ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 30 MAI 1927.

PRÉSIDENCE DE M. CHARLES BARROIS.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie qu'à l'occasion des fêtes de la Pentecôte, la prochaine séance hebdomadaire aura lieu le mardi 7 juin au lieu du lundi 6.

M. le **Président** souhaite la bienvenue à M. **Votocek**, professeur à l'École polytechnique et membre de l'Académie des sciences et des arts de Prague, qui assiste à la séance.

GÉOLOGIE. — *Sur le terrain houiller d'Anzin.* Note [1] de MM. **Ch. Barrois**, **Paul Bertrand** et **Pierre Pruvost**.

Le progrès de l'exploitation, joint à l'obligeance éclairée du Directeur général de la Compagnie des Mines d'Anzin, nous ont permis de reconnaître, dans cette concession, un certain nombre de niveaux paléontologiques, et de les repérer d'une façon précise; leur découverte est une contribution nouvelle à la connaissance générale du bassin. Nous avons été aidés dans cette exploration par M. l'ingénieur en chef Courtinat, par MM. les ingénieurs Balazuc, Detuncq et Carpentier, par M. Lequime, géomètre.

Les fosses Thiers et Cuvinot, situées au sud de la faille Reumaux, exploitent, à proximité de la frontière belge, un gisement très régulier de terrain houiller, qui pend au Sud de 30 à 45° et dont la puissance totale dépasse 1700^{m}.

---

(1) Séance du 23 mai 1927.

Le gisement comprend de la base au sommet, un faisceau, épais de 325^m, de veines demi-grasses (13 à 16 pour 100 M. V.), dites Veines du Nord, numérotées de 1 à 9, la neuvième étant l'inférieure. Ce groupe est surmonté d'une mince zone stérile, au-dessus de laquelle vient le faisceau de Meunière (225^m), comprenant les veines demi-grasses (16 à 20 pour 100 M. V.) : Grande Veine, Pritanière, Rosière, Boulangère, Meunière, que recouvre un faisceau pauvre (240^m), celui des Veines Laitière, Faitière, Baleine, Arpentine, Pouilleuse. Après quoi, la série se couronne par le puissant faisceau gras, épais de 900^m, des Veines du Sud (ou faisceau de Cuvinot) comprenant, à la fosse Cuvinot, le groupe des Veines n° 8 (= V. Louis-Joseph) à n° 1 (19 à 21 pour 100 M. V.), surmonté du groupe de 1re Veine du Sud à 27e Veine du Sud (22 à 29 pour 100 M. V.).

Il nous a été possible de faire dans ce gisement la découverte successive de trois niveaux marins repères.

I. *Niveau marin de la passée de Laure.* — A la base de la série, formant le toit d'une passée entre Veines n° 8 et n° 9 du Nord, un schiste à *Lingula mytiloides*, *Nuculana acuta*, *Productus scabriculus*, représente l'invasion marine de la passée de Laure. Nous l'avons suivi, sur le flanc sud de la faille Reumaux, depuis la concession de l'Escarpelle jusqu'à la frontière belge. Il est situé en pleine flore à *Neuropteris Schlehani* et *Sphenopteris Hœninghausi*, que l'on recueille dans les Veines du Nord de Cuvinot. Ces veines correspondent bien à ce que nous avons appelé l'*Assise de Vicoigne* (zone A_2 de Zeiller).

II. *Niveau marin de Poissonnière.* — A 200^m environ au-dessus du niveau marin de Laure, se trouve une autre couche marine, celle de Poissonnière. Nous l'avons reconnue au toit d'une passée située à 20^m au-dessus de Veine n° 1 du Nord, dans le stérile inférieur au faisceau de Meunière [1]. Ce niveau marin forme la limite inférieure de l'*Assise d'Anzin*. Et, en effet, le faisceau de Meunière est caractérisé par la flore à *Lonchopteris rugosa*. *Alethopteris Davreuxi*, *Sphenopt. neuropteroides*, la faune limnique à *Carbonicola similis*, qui sont celles de cette assise.

III. *Niveau marin de Rimbert.* — Enfin la présence d'un troisième niveau marin a été relevée à la fosse Cuvinot : c'est le toit de la passée au mur de Veine Louis-Joseph (= p. au mur de 1re Veine du Sud de fosse Thiers). Il est donc situé à la base du faisceau gras de Cuvinot. Ce sédiment marin, épais de 15^m, placé à la partie inférieure d'un horizon stérile en charbon de plus de 40^m, dont le sommet est gréseux, se signale par sa faune très riche :

(1) A la fosse d'Haveluy, située plus à l'ouest, la couche Poissonnière est une passée à 30^m sous Veine Charlotte. Son toit renferme, comme à Cuvinot, *Productus scabriculus*.

de brachiopodes (*Productus scabriculus*, *Prod. cora*, *Rhynchonella pleurodon*, *Chonetes hardrensis*, *Lingula mytiloides*, *Orbiculoidea nitida*), de lamellibranches (*Pseudamusium fibrillosum*, *Aviculopecten stellaris*, *Schizodus antiquus*, *Nuculana acuta*, *Nucula gibbosa*, *Edmondia accipiens*, etc.), de céphalopodes (*Anthracoceras ægyranum* H. Schmidt, *Gastrioceras* sp., *Orthoceras* sp.), auxquels il faut joindre encore : *Bellerophon moravicus*, *Cypridina Phillipsi*, *Hyolites Sturi*.

Situé à 665^{m} environ au-dessus du niveau marin de Laure et à 465^{m} au-dessus de Poissonnière, dans la même coupe de terrains, cet horizon marin correspond à celui de Veine Aegyr en Westphalie, dont il contient la goniatite caractéristique (*A. ægyranum*). Il est également assimilable, par sa position stratigraphique, au niveau marin de Petit-Buisson dans le bassin de Mons, et de Rimbert dans le bassin du Pas-de-Calais.

L'étude de la flore terrestre et de la faune limnique de part et d'autre de ce niveau à Anzin nous a montré :

1° Que les veines immédiatement inférieures (Pouilleuse, Arpentine, Baleine) renferment la flore B_2 à *Alethopteris Davreuxi* et à *Lonchopteris* rares du *sommet de l'Assise d'Anzin*. Nous désignerons ce groupe paléontologique sous le nom de « faisceau de Pouilleuse »;

2° Que les couches immédiatement supérieures (jusque 1re Veine du Sud de Cuvinot = 13^{e} Veine du Sud de Thiers) contiennent une flore à *Mariopteris Sauveuri*, *Neuropt. linguæfolia* P. Bert., *N. flexuosa* (Sternb.) Brong., *Sphenopt. striata*, *S. neuropteroides*, d'où les *Lonchopteris* sont définitivement absents et où *Neur. tenuifolia* commence à s'épanouir. Les *Carbonicola* sont disparues : seule *Naiadites* subsiste encore. Ceci correspond à la zone B_3 de Zeiller et à ce que nous avons appelé, dans le Pas-de-Calais, « faisceau de Six-Sillons », *terme inférieur de l'Assise de Bruay ;*

3° Qu'à partir de 1re Veine du Sud, vers le haut, on voit se développer la flore C, à *Neur. Scheuchzeri*, *N. rarinervis*, *Alethopt. Serli* et *Linopteris*, la faune limnique à *Anthracomya Phillipsi*, *A. Wardi*, les *Naiadites* étant totalement éteintes. Ce sont les caractères du « faisceau d'Ernestine » de l'Assisé de Bruay : ils n'apparaissent qu'à 250^{m} au moins au-dessus de Rimbert à Anzin. Ainsi le groupe de veines que nous avions provioirement distingué sous le nom de « faisceau de Cuvinot » doit être considéré maintenant comme équivalent aux faisceaux de Six-Sillons, d'Ernestine, et peut-être de Dusouich, de Lens.

Divisions paléontologiques.		Bassin du Pas-de-Calais. (Puissance totale : 1650m).	Bassin du Nord (F. Cuvinot). (Puissance totale : 1950m).
Assise de Bruay à *Neur. tenuifolia* (930m minim.)	Zone à *Neur. Scheuchzeri*, *Linopteris* et *Anthracomya Phillipsi* (C)	*Faisceau d'Édouard* (380m)	
		Veine Édouard (Lens)	27e Veine du Sud
		Faisceau de Dusouich (200m)	(650m) — *Faisceau de Cuvinot* (900m)
		Veine Arago (Lens)	
		Faisceau d'Ernestine (150m)	
		Veine Omérine (Lens) = 24e Veine (Bruay)	1re Veine du Sud
	Zone à *Neur. flexuosa* et *Mariopt. Sauveuri* (B_3)	*Faisceau de Six Sillons* (200m)	(250m)
III. **Niveau marin de Rimbert**		**Passée au mur de 32e Veine** (Bruay)	**Passée au mur de Louis-Joseph.**
Assise d'Anzin à *Lonchopteris* (330-465m)	Zone à *Alethopt. Davreuxi* (B_2)	*Faisceau d'Espérance* (Marles) (130m)	*Faisceau de Pouilleuse* (240m)
		Veine Achille (Ferfay)	Veine Meunière
	Zone à *Lonchopt. rugosa* (B_1)	*Faisceau de Présidente* (Ferfay) (200m)	*Faisceau de Meunière* (225m)
II. **Niveau marin de Poissonnière**		**Passée de Sainte-Marie** (Ferfay)	**Passée au toit de V. n° 1 du N.**
Assise de Vicoigne à *Sphenopt. Hœninghausi* (250-325m)	Zone à *Alethopt. lonchitica* (A_2)	*Faisceau de Marsy* (Ferfay) (250m)	*Faisceau de Modeste* (125m)
			Veine n° 6 du Nord
	Zone à *Neuropt. Schlehani* (A_2) — I. **Niveau marin de Laure**		*Faisceau d'Olympe* (200m)
Grès de Flines			
Assises de Flines et de Bruille (A_1).		(50 à 110m)	(270m environ)

Remarques. — Les épaisseurs moyennes sont portées entre parenthèses. Les niveaux marins sont inscrits en **caractères gras**. Au niveau II, extinction des *N. Schlehani* et *Sph. Hœninghausi*; au niveau III, extinction des *Lonchopteris* et des *Carbonicola*.

En résumé, les principaux résultats de notre étude ont été de permettre le raccordement exact des veines exploitées à Anzin avec celles de l'extrémité occidentale du Pas-de-Calais, d'une part, et avec celles du Borinage, du Limbourg, de la Ruhr, d'autre part. De plus, nous pouvons maintenant, pour la première fois, fixer l'épaisseur de la série westphalienne à la frontière belge et y préciser des subdivisions stratigraphiques comparables à celles du Pas-de-Calais, ce que nous avons figuré dans le tableau ci-contre.

ENTOMOLOGIE. — *Sur les Saturniens d'Afrique*. Note de M. **E.-L. Bouvier.**

Au cours d'un bref mais très remarquable aperçu général, M. Karl Jordan établit cinq subdivisions dans le vaste groupe des Papillons Saturnioïdes; ces subdivisions sont désignées chacune d'après le nom de leur genre le plus typique (*Saturnia*, *Ludia*, *Aglia*; *Arsenura*, *Ceratocampa*), considérées comme des sous-familles, et réunies, les trois premières en une famille distincte, les deux dernières en une seconde. On doit accepter ces subdivisions, mais je crois que chacune d'elles a la valeur d'une vraie famille, et je pense en outre que le genre *Aglia*, exclusivement paléarctique, est trop litigieux pour servir de type à une subdivision qui ne compte par ailleurs que des représentants américains. Packard avait nommé cette subdivision d'après le genre *Hemilenca* qui en est un des types principaux; il me semble naturel de conserver cette dénomination et, dès lors, d'appeler Saturniidés, Ludiidés, Hémileucidés, Arsénuridés et Cératocampidés, les cinq familles qui constituent le groupe des Saturnioïdes. La famille des Ludiidées est, à l'heure actuelle, bien connue grâce au travail de M. Jordan signalé plus haut. Dans la présente Note, je me propose de jeter quelque lumière sur la plus grande et la plus variée des autres familles, celle des Saturniidés en essayant de grouper et de caractériser ses représentants africains. Cette étude a été entreprise et supérieurement esquissée par M. Chr. Aurivillius, je désire simplement la pousser un peu plus loin.

Tous les entomologistes s'accordent pour établir dans les Saturniidés trois sous-familles bien distinctes : les Saturniens vrais, les Actiens où les ailes postérieures sont prolongées en queue et les Attaciens remarquables par la disparition de la nervure transverse qui ferme en dehors la cellule alaire. Au point de vue de leur groupement générique, les deux dernières sous-familles sont suffisamment connues; la première, qui est de beaucoup

la plus variée, nous retiendra seule dans cette Note, et encore ne voulons-nous en signaler que les genres africains.

1° Avec Aurivillius, il convient de former un groupe spécial pour les *Micragone*, Saturniens exclusivement africains qui se distinguent de tous par leur carène thoracique dorsale, ainsi que par les ornements de leurs ailes qui sont bigarrées et sans traces d'ocelles. Chez ces Saturniens, les tibias sont pour le moins de la longueur du tarse, et celui des pattes antérieures présente sur sa face ventrale un grand appendice (narthèque de Packard, épiphyse de Jordan); la première nervure radiale naît sensiblement au point où se détache de la cellule le pédoncule des autres radiales, ou un peu après (M. *nenia*), ou même plus en dehors encore (M. *Tholloni*); on sait par M. O' Neil et par M. de Fleury que les chenilles présentent des tubercules charnus couronnés par des soies et qu'elles filent un grossier cocon. Ce sera la tribu des MICRAGONIICÆ.

2° Avec la tribu des PSEUDAPHELIICÆ nous nous approchons davantage des Saturniens normaux : la carène thoracique disparaît, la coloration perd ses bigarrures, des ocelles ou des taches ocellaires généralement apparaissent, mais les antennes sont bipectinées, c'est-à-dire réduites à une paire de branches latérales par article. Les formes typiques de cette tribu sont les *Pselaphelia* et les *Pseudaphelia* dont les ailes antérieures ne présentent que deux radiales (les deux postérieures $R^4 = 8$ et $R^5 = 7$, ainsi que l'avait noté Aurivillius), puis les *Parusta*, *Tagoropsis* et *Pseudantheræa*, formes très voisines où une radiale antérieure ($R^2 = 10$) s'ajoute aux précédentes. A côté de *Pseudaphelia* se place naturellement le genre *Eosia* (Le Cerf) considéré à tort comme un Ludiidé; les seules différences avec les *Pseudaphelia* sont l'absence d'un appendice aux tibias antérieurs et le bord découpé des ailes. Provisoirement, à cause de leurs antennes, on doit ranger dans cette tribu les *Decachorda* qui sont dépourvus d'appendice tibial, les *Usta* et les *Urota* dont la radiale antérieure naît de la cellule comme dans les *Pseudantheræa*.

Les chenilles sont dépourvues d'épines, celles des *Pseudantheræa* (et peut-être des *Tagoropsis*) filent un rudiment de cocon; il y a un cocon dur et compact chez les *Urota*, mais ce genre, comme les *Usta*, méritera sans doute une place à part dans la famille. D'ailleurs tous les représentants de la tribu appartiennent à la faune tropicale africaine.

Dans la tribu des SATURNIICÆ, les articles pectinés des antennes portent chacun deux paires de branches, au moins chez le ♂, caractère que l'on observe également dans la tribu suivante. Ce qui distingue la tribu, c'est

l'asymétrie des ocelles qui montrent presque toujours, du côté basal, un anneau incomplet sous forme de croissant, l'absence d'épines chez la chenille et, autour des pupes, la présence d'un cocon bien constitué. Dans cette tribu, les formes les plus normales et les plus nombreuses se distinguent par leurs nervures radiales qui se réduisent aux deux dernières issues d'un même pédoncule, ou qui présentent une radiale antérieure issue de l'avant-dernière ($R^4 = 8$) entre l'apex et la bifurcation des deux autres. Ces formes normales sont rares en Amérique (*Agapema*, *Calosaturnia*), plus rares encore en Afrique où elles sont représentées au nord de l'Atlas par une espèce du genre *Saturnia*; les autres sont répandues depuis l'Europe jusqu'en Australie. Moins normales sont les espèces qui présentent une radiale antérieure issue de la cellule ou du pédoncule des radiales; ces espèces appartiennent à deux genres américains (*Telea* et *Metosamia*), à deux genres indo-malais (*Salassa* et *Antheræa*), enfin au genre malgache *Antherina*. Les deux genres américains, *Saturniodes* et *Polythysana*, dont tous les ocelles sont complets, paraissent se rapprocher des formes normales, mais leur position reste douteuse; en tout cas, la tribu est représentée en Afrique par deux genres seulement : les *Saturnia* qui sont d'origine paléarctique, les *Antherina* malgaches qui tiennent surtout des *Antheræa*.

4° Tous les autres Saturnides à antennes mâles quadripectinées sont propres à l'Afrique tropicale et forment la tribu des Bunæicæ, qui se distingue de la précédente par les anneaux ocellaires complets, la transformation presque constante des tubercules de la chenille en épine et l'absence de cocons autour de la pupe qui est enterrée.

Dans la première section du groupe (*section mélanocérienne*) se rangent les formes où les antennes des deux sexes sont largement quadripectinées : les *Melanocera* et les représentants du genre nouveau *Rohaniella* qui se distingue des Mélanocères par ses ocelles antérieurs réduits à l'état de rudiment, le tibia inerme et sans appendice des pattes de la première paire, et la coloration rouge cinabre des ailes. A cause de cette coloration, les espèces du genre (*pygela*, *pygmæa*) étaient considérées comme appartenant au genre *Cinabra*.

Les *Heniocha* et les *Ceranchia* devront peut-être se placer dans la tribu précédente; on sait que les espèces du second genre sont malgaches et tissent un double cocon ajouré.

Une deuxième section (*section bunéenne*) comprend les formes dont la nervure radiale antérieure se détache plus ou moins loin de la cellule. Délimitée par Aurivillius, la section comprend deux sortes d'espèces, les

unes avec le tibia antérieur très armé et à peine plus long que le premier article tarsien, les autres avec le même tibia inerme ou très peu armé et en tout cas aussi long que le tarse; pour Aurivillius, le premier groupe se compose du genre *Gonimbrasia*, le second du genre *Bunæa*. En fait, à côté des *Gonimbrasia*, il faut maintenir le genre *Ubæna* (Strand) qui s'en distingue par son tibia antérieur armé d'une seule épine et la forte rayure médiane de ses ailes de la première paire. Et à côté des *Bunæa* il faut, d'une part conserver le genre *Angelica* (Distant) et, de l'autre introduire le genre nouveau *Bunæopsis;* ces deux genres diffèrent des *Bunæa* par leur fenêtre antérieure qui est entourée d'un vrai ocelle; le premier s'en distingue au surplus par son tibia antérieur qui porte deux épines distales et un fort appendice très poilu, le second par cet appendice qui est réduit chez le mâle, nul chez la femelle, et par une disposition des couleurs toute spéciale dont le *B. oubie*, type du nouveau genre, donne une idée parfaite.

Une troisième et dernière section (*section nudaurélienne*) comprend tous les autres genres de la tribu et de la famille, les *Nudaurelia*, *Lobobunæa*, *Imbrasia*, *Cerina*, *Eochroa* et *Aurivillius* où les tibias de la deuxième paire sont à peu près de la longueur du tarse et inermes ou peu armés, les *Gynanisa*, *Athletes* et *Cinabra* où le même article est très court et armé de deux fortes épines distales. Aurivillius a fortement indiqué ces différences, et plus ou moins rapproché ces formes d'après l'origine de leur radiale antérieure qui naît directement de la cellule. J'ai noté ailleurs que les *Aurivillius* font exception à la règle en ce sens que leur nervulation est tantôt bunéenne, tantôt nudaurélienne. Il faut séparer des *Lobobunæa* et grouper dans un genre nouveau que j'appellerai *Pseudobunæa* les espèces (*Meloui*, *tyrrhena*, *epithyrena*, *Sjöstedti*, *natalensis* et *alinda*) qui se distinguent des *Lobobunæa* normaux (*acetes*, *phædusa*, *Chrystii*, etc.) par leur tibia antérieur muni d'un appendice assez poilu et armé distalement d'au moins une forte épine, par leur modeste ocelle gris et noir, et par d'autres caractères sur lesquels j'insisterai ailleurs. Je termine en ajoutant que le genre *Cinabra*, appauvri par le genre *Rohaniella*, se réduit actuellement au seul *C. hyperbius* qui ne ressemble aux espèces de ce dernier genre que par deux traits de convergence, la couleur rouge et la structure du tibia des pattes intermédiaires qui est très court et armé de deux fortes épines distales.

MÉCANIQUE. — *Sur le réglage des régulateurs à commande directe munis d'amortisseurs.* Note [1] de M. **André Blondel**.

La disparition de la machine à vapeur à piston rend désirable de compléter sur certains points la théorie des régulateurs à cataracte établie dès 1876 par Vychnégradsky, tout en tenant compte des travaux classiques de M. Lecornu sur les régulateurs simples, amortis seulement par frottement du manchon. Pour faciliter les comparaisons, on adoptera ici (comme MM. Lecornu et Chipart) les variables réduites rapportées à l'écart de vitesse, et on les complétera par les variables réduites de Curie pour les systèmes oscillants.

On appellera : H, la course totale du manchon $H = z_1 - z_0$; h, la fraction de H comprise dans la portion de course $z - z_0$; δ, l'écart de réglage de la vitesse du moteur $\delta = \frac{\Omega_1 - \Omega_0}{\Omega_1} = \frac{\omega_1 - \omega_0}{\omega_1}$; u, la fraction relative de la levée totale du manchon $u = \frac{z - z_0}{z_1 - z_0} = \frac{h}{H}$; v, la fraction relative de variation de la vitesse du régulateur ω (par rapport à ses limites extrêmes $v = \frac{\omega - \omega_0}{\omega_1 - \omega_0}$; τ, la période d'oscillation propre du régulateur; t', temps « réduit » $t = \frac{2\pi}{\tau} t$; a, le degré d'amortissement du régulateur $\left(\text{d'après Curie, } a = \frac{A}{2\sqrt{IC}}\right)$; η, la proportion du frottement F à la force élastique C que subit le régulateur $\eta = \frac{F}{C}$; T, la durée de mise en route à vide du moteur (d'inertie K) : $T = \frac{K}{\Omega}$; $1 - u$, la fraction utilisée du couple moteur M maximum $1 - u = \frac{M}{M_1}$; ε, le degré d'insensibilité et v seront comptés à partir des valeurs $u_a v_a$ afférentes au régime *final* (après perturbation) en considérant les différences $u - u_a$, $v - v_a$. Le régime est défini par les équations différentielles (1) et (2) ou (1') et (2')

$$\left(\frac{\tau}{2\pi}\right)^2 \frac{d^2 u}{dt^2} + \frac{\tau}{2\pi} 2a \frac{du}{dt} + u - v = 0; \tag{1}$$

d'où

$$\frac{d^2 u}{dt'^2} + 2a \frac{du}{dt'} + u - v = 0, \tag{1'}$$

---

[1] Séance du 9 mai 1927.

et

(2) $$\frac{dv}{dt} = -\frac{u}{T\delta};$$

d'où

(2') $$\frac{dv}{dt'} = -u\frac{\tau}{2\pi T\delta} = -\sigma u;$$

d'où

(3) $$\frac{d^3 u}{dt'^3} + 2a\frac{d^2 u}{dt'^2} + \frac{du}{dt'} + \sigma u = 0,$$

en posant $\frac{\tau}{2\pi T\delta} = \frac{1}{\delta T'} = \sigma$ (coefficient de M. Lecornu).

Remarque I. — On ne peut substituer à ce système d'équations différentielles (1), (2) le système quelquefois proposé

(I) $$\left(\frac{\tau}{2\pi}\right)^2 \frac{d^2 u}{dt^2} + \frac{\tau}{2\pi} 2a \frac{du}{dt} + u = 0,$$

(II) $$\frac{dv}{dt} = -\frac{v}{\delta T}; \qquad \text{d'où} \qquad v - v_a\left(1 - e^{-\frac{t}{\delta T}}\right)$$

qui ne lui est nullement équivalent théoriquement. C'est seulement dans le *cas particulier exceptionnel* $2a = \sigma$ que l'équation (3) peut se décomposer en deux autres :

(III) $$\frac{du}{dt} + \frac{1}{T\delta} u = 0;$$

(IV) $$\left(\frac{\tau}{2\pi}\right)^2 \frac{d^2 u}{dt^2} + u = 0.$$

On en tire :

(4) $$u = A e^{-\frac{1}{\delta\tau}} + S + B\sin\frac{2\pi t}{\tau} + C\cos\frac{2\pi t}{\tau},$$

solution qui n'a aucun rapport avec le système (I) et (II).

L'équation (3) a pour équation caractéristique

(5) $$\varpi^3 + 2a\pi^2 + \varpi + \sigma = 0.$$

En général, des trois racines de cette équation, une, α_1, sera réelle et les deux autres imaginaires conjuguées $\alpha + j\beta$ et $\alpha - j\beta$. Les coefficients de l'équation (5) sont tous positifs, on peut la discuter facilement.

1° *Condition de convergence des oscillations.* — Il faut et il suffit que les parties réelles des racines soient toutes négatives, d'où la condition $\sigma < 2a$ (d'après un théorème connu de Hurwitz).

2° *Réglage apériodique.* — L'apériodicité est obtenue (au détriment de la promptitude de régulation) quand le discriminant est positif

(7) $$-27\sigma^2 - 4(8a^3 - 9)\sigma + 4(a^2 - 1) > 0.$$

Si donc l'on suppose connu a, toujours < 1, les valeurs de σ doivent être réelles et inférieures à la valeur de la racine positive de l'équation du second degré, obtenue en égalant le premier nombre à zéro

$$\sigma = \frac{-2(8a^3 - 9a) + \sqrt{4(8a^3 - 9a)^2 + 108(a^2 - 1)}}{27}.$$

Les seules valeurs acceptables sont celles qui satisfont $\sigma \leqq 2a$, sauf pour a très petit.

3° *Réglage exact.* — Pour déterminer les conditions du réglage dit « exact », il faut, comme l'a fait M. Lecornu, dans le cas particulier $a = 0$, chercher les conditions qui permettent d'obtenir l'arrêt du régulateur dans sa zone d'insensibilité par l'effet du frottement après la première alternance de ses oscillations provoquées par un changement de régime de $u_i v_i$ à $u_a v_a$ par une modification brusque du couple résistant.

Nous pouvons déterminer facilement la fonction u qui pour $t = 0$ soit nulle, ainsi que ses deux premières dérivées ; c'est

$$(9) \qquad u - u_a = \frac{(u_i - u_a)}{\xi}\left[A e^{-\alpha_1 t'} + H e^{-\alpha t'}(\cos\beta t' + \psi)\right]$$

avec

$$(10) \qquad \left\{ \begin{array}{l} \xi = \alpha_1^2 + \alpha^2 + \beta^2 + 2\alpha\alpha_1, \\ A = \alpha^2 + \beta^2, \qquad B = 2\alpha\alpha_1 + \alpha^2, \qquad C = \dfrac{\alpha_1(\alpha^2 + \beta^2) - \alpha(2\alpha_1\alpha + \alpha^2)}{\beta}, \\ H = \sqrt{B^2 + C^2}, \qquad \operatorname{tang}\psi = \dfrac{B}{C}. \end{array} \right.$$

Il suffit maintenant, pour déterminer une relation entre a et σ, d'écrire suivant la méthode classique de M. Lecornu, qu'à un temps inconnu, t'_a, $u = u_a$ et $\frac{du}{dt}$ s'annulent et que $v_{t'} - v_a$ est au plus égal à $\frac{1}{2}\frac{\varepsilon}{\delta}$, afin que l'effet du frottement puisse annuler l'accélération résiduelle du manchon au moment où il atteint la position exacte, alors que l'erreur relative sur la vitesse v_a ne dépasse pas $\frac{1}{2}\frac{\varepsilon\Omega}{\delta\Omega} = \frac{1}{2}\frac{\varepsilon}{\delta}$, en valeur absolue. D'où :

$$(11) \qquad A e^{-\alpha_1 t'_a} + H e^{-\alpha t'_a}(\cos\beta t'_a + \psi) = 0,$$

$$(12) \qquad -A\alpha_1 e^{-\alpha_1 t'_a} - H e^{-\alpha t'_a}\left[\beta\sin(\beta t'_a + \psi) + \alpha\cos(\beta t'_a + \psi)\right] = 0,$$

$$(13) \qquad \frac{\sigma}{\xi}(u_a - u_i)\left\{\frac{A}{\alpha}(e^{-\alpha t'} - 1) - \frac{H}{\sqrt{\alpha^2 + \beta^2}}\left[\cos(\beta t' + \psi + \varphi) - \cos(\psi + \varphi)\right]\right\} - v_a \leqq \pm \frac{\varepsilon}{2\delta}$$

avec $\operatorname{tang}\varphi = \frac{\beta}{\alpha}$.

A ces équations s'ajoutent les relations connues entre les racines de l'équation caractéristique :

$$(14) \qquad \alpha_1 + 2\alpha = -2a, \qquad 2\alpha_1\alpha + \alpha^2 + \beta^2 = 1, \qquad \alpha_1(\alpha^2 + \beta^2) = -\sigma,$$

soit au total cinq équations qui permettent d'éliminer t'_a, α_2, α et β ; et une inégalité qui établit ensuite une condition entre σ et a.

Cette solution est d'écriture trop compliquée pour permettre une discussion générale, mais on peut en tirer plus simplement des solutions particulières en calculant par les moyens connus les racines de l'équation caractéristique en fonction de valeurs numériques attribuées *a priori* à a et σ, et en déduire l'expression de u en fonction de t', qu'on peut représenter par une courbe. Le tracé de trois ou quatre courbes de u pour des valeurs de a convenablement choisies $\left(\text{notamment } a=0,\ a=1,\ a=\frac{\sigma}{2}\right)$ pourra permettre de déterminer par interpolation la valeur de σ pour laquelle cette courbe de u serait tangente à la droite $u = u_a$; ce qui équivaut à la solution des équations (11), (12) et (14). Connaissant ainsi t'_a, on peut vérifier si l'inégalité numérique (13) est réalisable.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la nitruration des aciers.* Note de M. **Léon Guillet.**

J'ai déjà attiré l'attention de l'Académie sur la nitruration de certains aciers spéciaux et sur l'importance de la question au point de vue de ses applications [1].

Mes nouvelles recherches ont porté d'une part sur la nitruration d'aciers complexes, et d'autre part sur l'attaquabilité des aciers nitrurés.

1° *Recherches sur la nitruration d'aciers complexes.* — Le tableau ci-contre donne les résultats obtenus.

---

[1] *Comptes rendus*, **182**, 1926, p. 903, et **183**, 1926, p. 933.

Nos.	Composition.									Dureté au scléroscope après nitruration		Dureté à la bille après nitruration	
	C.	Ni.	Cr.	Mn.	Si.	W.	Va.	V.	Ti.	au cœur.	en surface.	au cœur.	en surface
1.	0,42	–	1,60	0,38	0,19	2,42	0,28	–	–	47,5	70	312	439
2.	0,15	–	–	–	–	–	–	–	0,57	23	40	175	236
3.	0,19	–	–	–	–	–	–	0,45	–	18	31	111	176
4.	0,30	–	–	–	–	–	–	0,61	–	24	39	169	163
5.	0,89	2,72	–	0,61	0,40	–	2,92	–	–	50	74	357	517
6.	0,21	11,44	–	0,25	0,28	–	3,30	–	–	49	75,5	340	510
7.	0,14	12,24	–	0,15	0,061	–	0,25	–	–	33,5	42	300	300
8.	0,15	2,00	–	0,41	0,22	–	0,75	–	–	34,5	44	268	296
9.	0,88	12,40	–	0,65	0,55	–	1,35	–	–	57,5	56	362	337
10.	0,24	29,75	–	0,66	0,29	–	1,05	–	–	28	30	182	186
11.	0,24	6,40	–	0,35	2,42	–	–	–	–	36	44	257	275,5
7.	0,80	16,16	–	0,08	2,42	–	–	–	–	50	55,5	324	337
18.	0,25	5,76	–	0,365	1,07	–	–	–	–	29	37	209	239
16.	0,40	4,96	–	0,97	0,74	–	–	–	–	35	43	313,5	321,5
17.	0,81	2,32	–	7,03	1,21	–	–	–	–	38	50	362	379
18.	0,09	4,90	–	0,52	0,17	–	–	–	–	33,5	46,0	336	184
9.	0,73	31,0	–	7,92	0,51	–	–	–	–	10	16	130	138

De tous ces aciers, seuls donnent des résultats intéressants, les aciers suivants :

Le n° 1, acier chrome, tungstène-vanadium;

Le n° 5, acier nickel, vanadium, perlitique;

Le n° 6, acier nickel-vanadium, martensitique, mais sans tendance austénitique;

Le n° 17, acier nickel-manganèse.

Il est assez curieux de noter que la présence du vanadium transforme complètement la nitruration des aciers au nickel.

Toutefois, aucun acier ne donne un accroissement de dureté comparable à celle des aciers à l'aluminium, sauf les aciers nickel-vanadium.

2° *Attaquabilité des produits nitrurés.* — On sait que la dureté des aciers nitrurés — la plus élevée que l'on connaisse actuellement dans les produits métallurgiques industriels — est attribuée à la formation d'un nitrure complexe, généralement nitrure de fer, de chrome et d'aluminium. L'attaquabilité du nitrure d'aluminium, par certains réactifs, notamment les alcalis, étant très importante, il était intéressant de préciser la façon de se comporter des aciers nitrurés vis-à-vis d'un certain nombre de réactifs. Nous avons donc procédé aux essais suivants, sur des cylindres de 60^{mm} de

longueur et 16mm de diamètre. Après traitement, ces cylindres ont été polis, avant leur introduction dans les réactifs d'attaque.

Nous avons opéré sur deux aciers nitrurés (marqués A et B), l'épaisseur de la couche nitrurée étant de $\frac{7}{10}$ de millimètre et sur un acier de cémentation ordinaire cémenté à $\frac{9}{10}$ de millimètre (dans le mélange de charbon et carbonate de baryum, à 920°) puis trempé à l'eau à 825° (marqué C).

Les résultats obtenus sont donnés dans les tableaux suivants qui indiquent les pertes en grammes par décimètre carré de surface :

1° *Attaque dans une solution à 3 pour* 100 *de* NaCl + 0,5 *pour* 100 SO^4Mg, *à froid.*

Marque du métal.	Durée de l'attaque en heures. 50.	100.	150.	200.
	g	g	g	g
A	0,020	0,020	0,032	0,032
A	0,034	0,053	0,060	0,060
B	0,031	0,057	0,054	0,054
B	0,026	0,057	0,044	0,044
C	0,029	0,052	0,064	0,087
C	0,026	0,052	0,075	0,100

2° *Attaque par une solution de* NaOH, *à l'ébullition* (40g par litre), *pendant* 14 *heures*

	g
A	0,24
B	0,28
B	0,05

3° *Attaque par les acides pendant* 7 *heures, à froid.* (HCl à 36g par litre; NO^3H à 63g par litre; SO^4H^2 à 49g par litre.)

	g	g	g
A	2,18	12,76	6,78
B	1,16	10,64	2,59
C	0,21	9,59	1,38

4° *Attaque dans l'air saturé de vapeur d'eau, à froid, pendant un mois :*

A = 0,014, B = 0,014, C = 0,007.

On note que l'attaque est très variable d'un échantillon à l'autre, et qu'elle est toujours plus prononcée surtout dans les acides, la soude et même l'air humide, pour l'acier nitruré que pour l'acier cémenté-trempé.

D'autre part, on a dosé l'azote (par la méthode de Tchijevski), on a trouvé pour la partie nitrurée une teneur variant de 1,31 à 1,48 pour 100.

De plus, on a dosé l'azote dans les liquides d'attaque; en rapportant la teneur au poids du métal perdu, on a trouvé : 2,65 à 2,07 pour 100 d'azote. La concentration d'azote est donc plus grande en surface de l'échantillon.

5° *Progrès dans les applications.* — Des progrès ont été faits dans les applications de la nitruration. On s'est trouvé d'abord limité par les propriétés de la couche sous-jacente, et l'on ne pouvait guère dépasser des pressions de 700^{kg} par centimètre carré.

En utilisant, non plus des aciers contenant du chrome et de l'aluminium, mais bien des aciers nickel-chrome-aluminium trempés à 875 et revenus à 550°, avant nitruration, on obtient

$$R = 100 \text{ kg/mm}^2; \qquad E = 90 \text{ kg/mm}^2; \qquad A\,\% = 12; \qquad\qquad = 11.$$

Il était permis de craindre que pendant la nitruration elle-même, laquelle a lieu à 510° et dure ordinairement 90 heures, le métal n'acquiert cette fragilité spéciale de recuit, bien connue dans certains aciers nickel-chrome. Les essais ont prouvé qu'il n'en était rien.

Aussi actuellement envisage-t-on des applications très importantes comme celles des changements de vitesse de voitures automobiles....

Parmi ces applications, certaines sont encore trop nouvelles pour qu'il soit permis de donner aujourd'hui des résultats certains.

GÉOLOGIE. — *Sur l'origine des sources minérales fumerolliennes de Royat (Puy-de-Dôme).* Note (1) de M. **Ph. Glangeaud.**

L'Oligocène de la bordure occidentale de la Limagne, aux environs de Royat, est constitué par des sédiments très détritiques (arkoses grossières à structure entre-croisée, grès fins, argiles sableuses avec petits galets de quartz, de granite et de gneiss). Ces sédiments dont l'épaisseur atteint environ 300^m ont été attribués provisoirement au Stampien inférieur, par suite (Giraud) de l'existence de *Potamides Lamarcki*, dans les tranchées de la gare, qui correspondent à la partie supérieure de cette formation.

L'ensemble des assises constituant *actuellement* la bordure du synclinal de la Limagne est fortement redressé et plonge, d'une façon générale, de l'Ouest à l'Est, vers l'axe du synclinal, grâce à une série de failles en échelon qui les enfoncent successivement et irrégulièrement dans le même sens.

On aura une idée de la dénivellation ainsi produite quand on saura que

(1) Séance du 23 mai 1927.

la base de l'Oligocène qui est à l'altitude $+550^m$ à Royat a été rencontrée à -850^m dans le sondage de Beaulieu, à 7^{km} à l'est de Royat, soit avec une différence d'altitude de 1400^m. Notons que Beaulieu est encore à environ 8^{km} du centre de la cuvette géosynclinale.

J'ai signalé depuis longtemps que la *faille bordière* qui fait buter l'Oligocène contre le granite, sur 100^m de haut et sur une longueur du Sud au Nord de plus de 60^{km}, faille mise fortement en relief par le déblayage de l'Oligocène, a joué le rôle de *fracture volcanique*, car c'est sur son trajet que sont sorties les laves basaltiques du *volcan quaternaire de Gravenoire* qui culmine Royat de 400^m. J'ai observé, en outre, qu'à l'est de la faille bordière, l'Oligocène, sur une distance d'environ 500^m (du puy Chateix au viaduc), il existe au moins 7 failles grossièrement parallèles, avec rejet vers l'Est et rebroussement des couches, atteignant de 30 à 70°, le long de la lèvre affaissée.

Il faut noter aussi des failles est-ouest, avec pendage nord-est et de petites failles inverses, avec parfois étirement des couches.

En résumé, tout le territoire oligocène précité est très disloqué et se résout en une série de compartiments différemment *effondrés* ou *surélevés*, provenant du bord relevé dans son ensemble et comprimé du synclinal, au moment surtout des mouvements alpins.

Un tel dispositif de fractures, auquel s'ajoutent des séries de fissures plus ou moins profondes, devait singulièrement faciliter l'ascension des eaux minérales, favorisée déjà par l'*émission abondante* dans tout le territoire de Royat de *fumerolles carboniques*, en relation très étroite de voisinage avec le volcan quaternaire de Gravenoire. C'est, en effet, ce que l'on constate.

L'Oligocène n'est qu'un terrain de revêtement sur un substratum granitique qui s'abaisse et doit exister en gradins successifs à des profondeurs allant de 50 à 200^m environ, de la faille bordière au viaduc. Les neuf sources minérales de Royat, sources chlorobicarbonatées sodiques, et les multiples dégagements de gaz carbonique observés dans cette localité, sont en relation étroite avec les dislocations dont je viens de parler.

Quatre de ces sources : S. Eugénie, S. Saint-Mart, S. César, S. Saint-Victor, sont thermales (de 35°,6 à 20°,8) et moyennement minéralisées; deux sont tièdes (S. Marie-Louise, S. Fonteix, 16° et 17°,8) et trois froides : S. Velleda, S. du Viaduc, S. Morateur. Tous les griffons de ces sources qui s'échelonnent de l'Ouest à l'Est, sur environ 1^{km} dans la vallée de la Tiretaine, remblayée en partie de cendres volcaniques issues de la Chaîne des Puys, sont sur l'Oligocène.

Sur ces griffons, il se dépose, en général, d'importants travertins calcaires que les Romains avaient su enlever pour capter les quatre principales sources chaudes utilisées actuellement par la Compagnie thermale. Ces captages ont été peu ou pas modifiés, depuis cette époque d'exploitation, dont il existe encore des restes (piscines).

1° La source *Eugénie* est une des sources les plus importantes de France et même d'Europe par l'abondance de son débit (1032 litres/minute, griffon déchargé), soit près d'un million et demi de litres par jour, et un dégagement considérable de gaz carbonique, utilisé comme l'eau, au point de vue thérapeutique. Son captage, en 1843, a été effectué en deux points différents, distants l'un de l'autre de 5^m, mais communiquant ensemble sous la masse de travertins. La source émerge par la faille Nord-Sud jalonnée par l'hôtel Bristol, faille qui redresse l'Oligocène à 45° et qui est parallèle à la grande faille bordière volcanique : Chateix-Gravenoire, dont elle n'est distante que de 400^m. Cet ensemble de caractères font de la source Eugénie une *source fumerollienne remarquable*.

2° La source *Morateur*, disparue aujourd'hui et signalée en 1853, par le Dr Nivet, émergeait immédiatement au nord de la Chocolaterie. Son griffon se trouvait, par suite, sur la grande faille bordière volcanique précitée.

3° Le captage de la source froide *Velleda* a été très malencontreusement recouvert par une des piles du pont César. Comme elle est radioactive (Lepape) bien que faiblement bicarbonatée sodique ($0^g,27$ de résidu sec), que son débit et sa température sont constants, elle offre tous les caractères d'une eau minérale. Son griffon, ainsi que celui de la source César, sa voisine, sont très vraisemblablement situés sur des failles intéressant les compartiments oligocènes : villa Tixier, hôtel Bristol.

4° La source *Saint-Mart* (la plus carbonique) et dont la puissance radioactive est la plus grande des eaux de Royat (Lepape) naît dans des conditions analogues, à la terminaison des compartiments géologiques suivants.

5° La source *Saint-Victor*, également très carbonique, dont la radioactivité de l'eau est élevée (Lepape) a son origine sur une des failles précitées.

6° Enfin, je désigne sous le nom de source du *Viaduc*, une petite source carbonique ferrugineuse, apparue il y a deux ans, à la base de la pile nord du viaduc de Royat dans un complexe gréseux et argilo-sableux. Son débit est assez faible.

Il est utile de mentionner, d'une façon spéciale, en dehors de celui émergeant aux griffons des sources minérales, l'*abondant dégagement de gaz*

carbonique dans tout le territoire oligocène de Royat balnéaire, dégagement qui a lieu par des fissures en relation avec les failles étudiées ci-dessus (grotte du Chien, grotte rouge, etc.).

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la synthèse des protéines par les saccharomyces.* Note de M. **Jean Effront.**

Les levures à l'état sec contiennent de 47 à 50 pour 100 de protéines et 42 à 45 pour 100 de matières organiques non azotées dont la composition se rapproche très sensiblement de celle du sucre.

La dépense en sucre pour la construction des nouvelles cellules variera beaucoup selon que la synthèse des matières azotées complexes se fera par l'un ou l'autre des processus que l'on pourrait exprimer schématiquement par les formules suivantes :

(A) $2C^6H^{12}O^6 + 4NH^3 \rightarrow (C^{12}H^{20}N^4O^4)^n + 8H^2O;$

(B) 1... $3C^6H^{12}O^6 + 3O^2 \rightarrow 6CH^3.CHO + 6CO^2 + 6H^2O,$

2... $6CH^3CHO + 3N \rightarrow C^{12}H^{20}N^3O^4 + 2H^2O.$

Le rendement en levure et le CO^2 dégagé pourront nous renseigner sur la marche de la synthèse :

Pour 100 de glucose fermenté.	Série I (anaérobie).	Série II (aérobie).
Alcool en grammes	50	0
Levure sèche	1,88	56
Acide carbonique	48,1	58
Glucose transformé en alcool	98	0
» dépensé à la construction	2	78,4
» pour 100 de levure formée	106,4	140
» intégralement brûlé	0	21,4

Série I. — Fermentation anaérobie. Milieu : 1^{kg} glucose, sulfate d'ammoniaque et cendres de levure dans 12^{l} d'eau. On ensemence avec une levure tonkinoise résistant à une température de 38°,5. La fermentation dure 11 heures max. à 37°.

Série II. — Fermentation avec très forte aération. Milieu : 3 pour 1000 de glucose, phosphates, sulfate d'ammoniaque et cendres de levures. Avant l'ensemencement, on ramène le pH à 3,8. Le sucre et l'azote qui disparaissent sont remplacés de manière que le liquide n'en contienne jamais plus que la levure n'en peut absorber en 30 minutes. Durée de la fermentation 7 à 8 heures. La quantité totale de glucose introduit est égale à 150^{g}.

Dans la série I, la quantité de CO^2 correspond exactement à la quantité

d'alcool produit; d'autre part, pour former 100^{g} de levure, il a fallu 106^{g},4 de glucose.

Ces faits montrent que la synthèse des protéines, dans ce cas, se fait suivant une formule qui se rapproche de la formule (A). La levure récoltée contient 48 pour 100 de protéines et 43,9 pour 100 de matières organiques non azotées. D'après la formule (A), pour 1^{g} de protéines, il faut 1^{g},27 de glucose. Pour produire 100^{g} de levure, il en faudrait donc

$$(48 \times 1,27) + 43,9 = 104^{g},8,$$

tandis que, d'après la formule (B) (2^{g} de glucose pour 1^{g} de protéines), il en faudrait 130^{g},9. Or, le rendement réel obtenu (106^{g},4) correspond à très peu près au schéma (A).

La synthèse suivant la formule (A) comporte probablement le passage du glucose par le terme intermédiaire d'aldéhyde pyruvique hydratée :

$$CH^3CO.CH(OH)^2.$$

Cette dernière, en présence d'ammoniaque, produit de l'alanine qui, par condensation, donnerait naissance à des substances du genre des polypeptides ayant la composition globale

$$(C^6H^{12}O^3N^2)^n \quad \text{ou} \quad (C^{12}H^{20}O^4N^2)^n.$$

Dans la série II, on ne trouve pas trace d'alcool, mais à côté d'une quantité massive d'acide carbonique, on constate la présence de traces d'aldéhyde acétique dont la quantité augmente fortement en cas de changement du pH ou lorsque l'aération est insuffisante.

Ces données, jointes au fait constaté par nous que l'aldéhyde peut remplacer le sucre manquant, alors que l'alcool employé dans les mêmes conditions ne produit pas de levure, permettent de conclure que le sucre est transformé d'abord en aldéhyde et que c'est cette dernière qui est utilisée par la levure au fur et à mesure de sa formation.

La levure produite dans la série II contient 49,1 pour 100 de protéines et 41,8 pour 100 de substances organiques non azotées. D'après la formule (B), 100^{g} de glucose devraient fournir 71^{g},4 de levure et 34^{g} de CO^2. Or, le rendement effectif a été : 56 de levure et 58 de CO^2. Ce rendement en levure correspond, d'après le schéma (B), à 78^{g},4 de glucose et à 26^{g},4 de CO^2. Comme on a, en réalité, trouvé 58^{g} de CO^2, l'excédent doit provenir du glucose brûlé.

En divisant cet excédent par 1,46, car 180^{g} de glucose donnent dans la

combustion totale 264^g de CO^2, on doit trouver la quantité de glucose détruit : $\frac{58 - 26,4}{1,46} = 21,4$.

Les résultats obtenus dans la série II ont été vérifiés par le bilan du carbone. On a déterminé directement, d'une part, la quantité de carbone contenue dans la levure et, d'autre part, celle restée dans le liquide.

Sur 40^g de carbone contenu dans le glucose, on en retrouve 39^g,8. En effet, les 56^g de levure renferment 23^g,6 de carbone (42,2 pour 100); les 58^g de CO^2 renferment 15^g,8 de carbone; 0^g,4 de carbone se trouvent dans le liquide; au total : 39^g,8.

Le début de la fermentation dans la série II présente quelques particularités intéressantes : le bourgeonnement ne se déclare généralement que 1 heure et demie à 2 heures après l'ensemencement.

Mais avant qu'on en arrive à ce point, on constate déjà un travail intense.

PHASE PRÉLIMINAIRE DU BOURGEONNEMENT. — *Composition du milieu :* 12^g de glucose, 0^g,63 d'azote ammoniacal, 2^g de cendres de levure, 4000$^{cm^3}$ d'eau, 70^g de levure pressée.

	Au début du travail.			Après 2 heures.		
	Az. amm.	Az. prot.	Az. total.	Az. amm.	Az. prot.	Az. total.
Dans le liquide...........	630	0	630	368,8	92,2	461
Dans la levure..........	21	1547	1588	17	1719	1736

Le liquide, après 2 heures de fermentation, est dépourvu de sucre et d'alcool ; il contient, outre les matières protéiques, 2^g,26 de matières organiques.

Sur les 630^{mg} d'azote contenus dans le liquide au début, on ne retrouve, après 2 heures, que 461^{mg}. La levure a assimilé 169^{mg} d'azote; elle s'est enrichie en sels et en glycogène, sans cependant que son poids en matières sèches ait augmenté.

La destruction des matières ternaires va de pair avec le travail synthétique.

En résumé, au cours de la vie anaérobie de la levure, la partie du sucre qui sert à la synthèse des protéines subit une décomposition préalable sans dégagement de CO^2. Aussi, la totalité du carbone du sucre se retrouve-t-elle dans la levure produite.

En présence d'une forte aération, au contraire, une certaine quantité de sucre est complètement brûlée et le sucre restant est transformé en aldéhyde acétique qui fournit le carbone pour la synthèse des protéines.

MICROBIOLOGIE. — *Sur la résistance du porc au virus de la fièvre récurrente espagnole et sur les conditions naturelles d'existence de cette maladie et d'autres spirochétoses.* Note de MM. **Charles Nicolle** et **Charles Anderson**.

Les travaux de S. de Buen ont montré que la récurrente espagnole, maladie humaine, était communément transmise par une tique, *Ornithodorus marocanus*. L'existence de cette tique est liée dans la nature à celle du porc.

Lorsqu'un lien aussi étroit unit un ectoparasite à un vertébré et que cet ectoparasite transmet un virus à une autre espèce dont le voisinage est d'aventure, il est de règle que le vertébré, indispensable à la vie de l'ectoparasite, joue le rôle de réservoir du virus.

Or ni de Buen, ni Ortega, ni nous-mêmes n'avons pu réaliser l'infection du porc au moyen d'Ornithodores marocains dont la piqûre était infectante pour hommes, singes, rats ou cobayes. Des expériences personnelles récentes nous ont montré qu'il n'était pas plus possible d'infecter le porc en répétant les inoculations de sang virulent. Il faut donc admettre que le porc est réfractaire au virus que transmet un ectoparasite qui, sans le porc, n'existerait pas dans la nature.

Cette résistance ne constitue pas seulement un fait digne de remarque. Elle pose un problème. Puisque le porc n'est pas le réservoir du virus espagnol, où se conserve le virus? La rareté de la maladie humaine ne permet pas de penser que ce rôle est dévolu à notre espèce, quoique la longue conservation du virus chez la tique, la transmission héréditaire chez elle qui paraît prouvée pour la première génération (Ortega) n'autorisent pas à éliminer l'hypothèse de certains cycles directs : tique-homme-tique.

Ce mode de conservation ne peut être la règle. Il en existe un autre, évident, qui n'a pas été soupçonné que nous sachions. De petits mammifères, rongeurs en particulier, abondent dans les porcheries et à leur voisinage. Les petits rongeurs (rats, souris, etc.) sont d'une sensibilité extrême au virus espagnol. A leurs premiers stades de développement, les Ornithodores ne sauraient piquer un animal aussi solidement habillé de cuir que le porc; ils se nourrissent sur les petits vertébrés à peau fine; plus tard seulement, ils s'attaquent au gros bétail. Ce sont donc les petits mammifères, commensaux de l'étable, qui jouent le rôle de réservoir du virus.

La société animale, nécessaire à la conservation du virus espagnol dans la nature, comporte trois membres : tiques, petits mammifères, porc, ce dernier indispensable à la vie de l'ornithodore adulte. L'homme est un intrus dans cette société, une occasion dans le cycle évolutif du spirochète qui s'effectue ordinairement sans lui. Qu'un autre intrus, le pou, accompagne l'homme, nous verrons le spirochète tenter d'adapter sa vie à l'organisme du nouveau venu; adaptation si parfaite dans la récurrente mondiale qu'on ne peut plus reconstituer, autrement que par hypothèse, par quels contacts hasardeux le virus s'est détaché de la tique et sans doute de petits mammifères, ses premiers hôtes, pour dépendre finalement de deux êtres qui furent d'abord pour lui des inconnus, l'homme, puis le pou.

L'étroite parenté (sinon l'identité) du virus de la fièvre des tiques et du virus de la musaraigne, pathogène pour l'homme et les petits rongeurs, a été prouvée par nos recherches. Elle permet de supposer que c'est aussi sur de petits mammifères que se conserve le virus de la fièvre des tiques dans les agglomérations humaines de l'Afrique Centrale par l'intermédiaire d'ectoparasites qui ne sont pas exclusivement, peut-être, des Ornithodores.

Sir **Almoth Wright** fait hommage à l'Académie d'une brochure intitulée *Immunity*.

ÉLECTIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Académicien libre, en remplacement de M. *Haton de la Goupillière*, décédé.

Au premier tour de scrutin, le nombre de votants étant 67,

M. Paul Helbronner obtient	....	25 suffrages
M. Louis Martin »	....	22 »
M. Charles Achard »	....	18 »
M. Armand de Gramont »	....	2 »

Au second tour de scrutin, le nombre de votants étant 68,

M. L. Martin obtient	....	29 suffrages
M. P. Helbronner »	....	24 »
M. C. Achard »	....	15 »

Au troisième tour de scrutin, le nombre de votants étant 68,

M. P. Helbronner obtient	34 suffrages	
M. L. Martin »	32	»
M. C. Achard »	2	»

Au quatrième tour de scrutin, réservé aux deux candidats qui ont obtenu le plus de voix, le nombre de votants étant 66,

M. P. Helbronner obtient	35 suffrages	
M. L. Martin »	30	»

Il y a 1 bulletin nul.

M. **Paul Helbronner** ayant réuni la majorité absolue de suffrages, est proclamé élu.

Son élection sera soumise à l'approbation de M. le Président de la République.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Maurice Lecat. *Coup d'œil sur la théorie des déterminants supérieurs dans son état actuel.* Préface de M. Buhl. (Présenté par M. M. d'Ocagne.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une classe particulière de séries entières.* Note de M. **S. Mandelbrojt** [1], présentée par M. Jacques Hadamard.

Nous démontrons le théorème suivant :

Soient φ *un nombre irrationnel et* λ_n *une suite de nombres entiers positifs tels que la suite* $e^{\lambda_n 2\pi i\varphi}$ $(n = 1, 2, \ldots)$ *tende vers une limite, et supposons que la suite* d_n $(n = 1, 2, \ldots)$ *tend vers une limite finie différente de zéro, alors la série* $\Sigma d_n x^{\lambda_n}$ *admet son cercle de convergence comme coupure et il existe sur ce*

[1] Je profite de l'occasion pour faire une rectification dans une Note précédente (*Comptes rendus*, 184, 1927, p. 509). Le théorème de cette Note doit s'énoncer de la manière suivante : On peut changer *le signe* d'une infinité de coefficients, etc.

cercle un ensemble de points E *partout dense (sur ce cercle) et tel que la fonction* $f(x) = \Sigma d_n x^{\lambda_n}$ *tend vers l'infini quand la variable* x *s'approche d'un point de* E *le long du segment partant de l'origine et aboutissant à ce point.*

Du fait que φ est irrationnel, il résulte que, quel que soit le nombre $\psi (0 \leqq \psi < 2\pi)$, on peut choisir une suite λ_n telle que

$$\lim e^{2\pi i \lambda_n \varphi} = e^{2\pi i \psi}. \tag{1}$$

Donc pour un φ donné on peut trouver une infinité de suites correspondant à notre énoncé.

Notre suite λ_n étant donnée, il existe un ψ tel que (1) soit vérifié.

Désignons par λ'_m la suite complémentaire à la suite λ_n.

Posons

$$\lim d_n = d$$

et

$$\theta(x) = \sum_k C_k x^k = \sum_n d_n x^{\lambda_n} + d \sum_m \frac{x^{\lambda'_m}}{2^{\lambda'_m}},$$

$$\psi(x) = \sum_k l_k x_k = \sum_n \quad x^{\lambda_n} + \quad \sum_m \frac{x^{\lambda'_m}}{2^{\lambda'_m}}.$$

Il est évident d'abord que

$$\lim_{x \to 1} \psi(x) = \infty,$$

x variant le long du segment $(0, 1)$ comme $\lim_{k = \infty} \frac{C_k}{l_k} = d$, il résulte d'après une formule de Cesàro bien connue que

$$\lim_{x \to 1} \frac{\theta(x)}{\psi(x)} = \lim \frac{C_k}{l_k} = d.$$

Donc

$$\lim_{x \to 1} \theta(x) = \infty \qquad [x \text{ variant sur } (0, 1)].$$

En posant maintenant

$$\theta_1(x) = \sum_k C_k^{(1)} x^k = \sum_n d_n e^{\lambda_n 2\pi i \varphi} x^{\lambda_n} + d e^{2\pi i \psi} \sum \frac{x^{\lambda'_m}}{2^{\lambda'_m}},$$

on voit d'après (2) et d'après la même formule de Cesàro que

$$\lim_{x \to 1} \theta(e^{2\pi i \varphi} x) = \infty, \tag{B}$$

car

$$\lim_{k = \infty} \frac{C_k^{(1)}}{C_k} = e^{2\pi i \psi} d,$$

et alors

$$\lim_{x \to 1} \frac{\theta_1(x)}{\psi(x)} = e^{2\pi i \psi} d,$$

donc

$$\lim_{x \to 1} \theta_1(x) = \infty,$$

et

$$\lim_{x \to 1} \Sigma d_n e^{\lambda_n 2\pi i \varphi} x^{\lambda_n} = \infty,$$

donc (B) a lieu.

De l'égalité (1) résulte

$$(2) \qquad \lim e^{2\pi i j \lambda_n \varphi} = e^{2\pi i j \psi} \qquad (j = 1, 2, \ldots).$$

En remplaçant dans le raisonnement précédent (1) par (2), on voit qu'on peut remplacer dans (B) $\theta(e^{2\pi i \varphi} x)$ par $\theta(e^{2\pi i j \varphi} x)$ en tenant compte du fait que l'ensemble dérivé de la suite $e^{2\pi i j \varphi}$ $(j = 1, 2, \ldots)$ est partout dense sur le cercle de rayon un, on voit que notre théorème est démontré.

Ce théorème peut être considéré comme analogue au fait si simple que la série $\Sigma k_n x^{np}$ a au moins p points singuliers sur le cercle de convergence et que si $k_n \to k \neq 0$, alors $\lim_{x \to 1} \sum_n k_n \left(x e^{\frac{2\pi i q}{p}}\right)^{pn} = \infty$. Dans ce cas, φ est remplacée par un nombre *rationnel* $\frac{1}{p}$, λ_n par np, la suite $e^{2\pi i j \lambda_n \varphi}$ $(j = 1, 2, \ldots)$ n'ayant alors que p points limites.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la croissance du dénominateur* D(λ) *de Fredholm*. Note de M. **S. A. Gheorghiu**, présentée par M. Hadamard.

Considérons les équations de Fredholm

$$\varphi_i(x) = \lambda \int_a^b \mathrm{K}_i(x, s) \varphi_i(s)\, ds + f_i(x) \qquad (i = 1, 2)$$

dont les noyaux sont supposés réels et intégrables. On suppose, de plus, que les noyaux de Schmidt associés aux noyaux $\mathrm{K}_1(x, s)$ et $\mathrm{K}_2(x, s)$ sont continus à l'intérieur et sur le contour du carré $a \leq x \leq b$, $a \leq s \leq b$.

Le dénominateur D(λ) *relatif au noyau*

$$\mathrm{K}(x, y) = \int_a^b \mathrm{K}_1(x, s) \mathrm{K}_2(s, y)\, ds$$

est de genre zéro.

Je démontre d'abord qu'étant donné un nombre positif ε, on peut déterminer un nombre R, tel que l'on ait $|D(\lambda)| \leqq e^{\varepsilon|\lambda|}$ pour $|\lambda| \geqq R$. Je démontre ensuite que le dénominateur de Fredholm relatif aux noyaux de Schmidt associés au noyau $K(x, s)$ est au plus d'ordre $\frac{1}{2}$ par excès. En tenant compte de certains résultats trouvés par M. Valiron [1], je déduis que l'ordre réel de $D(\lambda)$ est au plus égal à 1 par excès. La démonstration s'achève à l'aide d'un théorème classique de M. Hadamard.

Si l'on suppose que les deux noyaux $K_1(x, s)$ et $K_2(x, s)$ sont identiques, on retrouve un théorème de M. Carleman [2], ainsi qu'un théorème de M. Schur [3].

En essayant de démontrer par une autre voie le théorème qui précède, j'ai été conduit aux propositions suivantes :

Soit

$$F(z) = a_0 + a_1 z + \ldots + a_n z^n + \ldots$$

une fonction entière de genre zéro. k étant un entier, positif, supérieur à 1, *la condition nécessaire et suffisante pour que les fonctions entières*

$$f_k(z) = |a_0|^k + |a_1|^k z^k + \ldots + |a_n|^k z^{nk} + \ldots$$

soient aussi de genre zéro est que la fonction $F(z)$ *soit au plus d'ordre* 1 *et de la classe inférieure ou de la première classe, au sens de M. Valiron.*

$r_1, r_2, \ldots, r_n, \ldots$ *étant les valeurs caractéristiques d'un noyau* $K(x, s)$ *réel, continu, symétrique et positif, la condition nécessaire et suffisante pour que le dénominateur* $D(\lambda)$ *relatif à ce noyau soit au plus d'ordre* 1 *et de la classe inférieure est que la série*

$$\text{(S)} \qquad \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\log r_n}{r_n}$$

converge.

Je considère une suite

$$r_1, \quad r_2, \quad \ldots, \quad r_n, \quad \ldots$$

de nombres réels, positifs, non décroissants et tels que la série $\sum \frac{1}{r_n}$ con-

---

(1) Voir G. Valiron, *Bulletin des Sciences mathématiques*, 2e série, 45, 1921, p. 258 et suiv.

(2) Voir T. Carleman, *Arkiv för matematik, astr. och fysik*, 12, 1917, no 15.

(3) Voir Schur, *Mathematische Annalen*, 66, 1907, p. 488 et suiv.

verge, tandis que la série (S) diverge. Je pose

$$F(z)=\prod_{n=1}^{\infty}\left(1+\frac{z}{r_n}\right)=1+a_1 z+\ldots+a_n z^n+\ldots.$$

Les fonctions entières

$$f_K(z)=1+a_1^k z^k+\ldots+a_n^k z^{kn}+\ldots \quad (k\geq 2)$$

sont de genre un, tandis que la fonction $F(z)$ *est de genre zéro.*

Plus spécialement, la fonction

$$F(z)=\prod_{n=1}^{\infty}\left[1+\frac{z}{n(\log n)^{\alpha}}\right] \qquad (1<\alpha<2)$$

considérée par M. Lindelöf jouit de la même particularité.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Sur une classe d'ensembles définis par une infinité dénombrable de conditions.* Note [1] de M. **Eugène Selivanowski**, présentée par M. Émile Borel.

Dans la Note présente je me propose d'indiquer une extension naturelle de la famille des ensembles analytiques.

I. *Corps borélien à base arbitraire.* — Soit $\mathcal{F}$ une famille d'ensembles quelconques E de points. La classe K_0 d'ensembles déduite de $\mathcal{F}$ en ajoutant à $\mathcal{F}$ les complémentaires CE des E et tous les résultats des opérations (S) et (P) (somme et partie commune) appliquées à un nombre fini d'ensembles E et CE, est évidemment invariante relativement aux trois opérations : prendre le complémentaire, faire (S) et (P) finies; nous appellerons K_0 *classe initiale.* Désignons par (lim) une opération permettant le passage d'une suite simplement infinie d'ensembles quelconques $E_1, E_2, \ldots, E_n, \ldots$ (supposée convergente) à sa limite unique [2]. Les ensembles de points qui peuvent être obtenus, à partir de la classe initiale K_0, au moyen de cette opération (lim) indéfiniment répétée, forment

[1] Séance du 16 mai 1927.

[2] La suite d'ensembles $E_1, E_2, \ldots, E_n, \ldots$ est dite *convergente* (Ch. de la Vallée Poussin) si les deux ensembles limites de M. E. Borel (*complet* et *restreint*) sont identiques.

les classes généralisées de M. R. Baire

$$K_0,\quad K_1,\quad K_2,\quad \ldots,\quad K_\omega,\quad \ldots,\quad K_\alpha,\quad \ldots.$$

Appelons *corps borélien à base* $\mathcal{F}$ la totalité des ensembles de points qui appartiennent aux classes K : c'est une famille minimante (Sierpinski) d'ensembles de points qui contient la famille donnée $\mathcal{F}$ et qui reste invariante par rapport aux quatre opérations : complémentaire, (S) et (P) finies ou infinies et (lim).

II. *Opération de crible.* — Soit $E_1, E_2, \ldots, E_n, \ldots$ une suite illimitée d'ensembles linéaires quelconques situés sur l'axe des x. Soient $r_1, r_2, \ldots, r_n, \ldots$ tous les points rationnels de l'axe des y rangés dans un certain ordre que nous ne précisons pas, mais que nous supposons précisé. Menons dans le plan XOY par le point r_n la parallèle à l'axe OX et marquons dans cette parallèle tous les points dont les abscisses appartiennent à E_n; leur ensemble e_n est un ensemble linéaire situé sur $y = r_n$.

Par définition même, le *crible* C est la suite $e_1, e_2, \ldots, e_n, \ldots$ des ensembles linéaires ainsi construits dans le plan XOY. Prenons maintenant une abscisse quelconque x et désignons par P_x une perpendiculaire élevée en ce point x à l'axe OX et par R_x un ensemble de points du plan XOY en lequel cette perpendiculaire P_x coupe le crible C; l'ensemble R_x est au plus dénombrable. Deux cas seulement sont possibles : *ou bien* l'ensemble R_x admet une suite infinie décroissante de points $p_1, p_2, \ldots, p_k, \ldots$, chacun plus bas que le précédent, *ou bien* ce n'est pas le cas. Nous appellerons *ensemble criblé positivement* au moyen du crible C l'ensemble E formé des points x de l'axe OX qui vérifient le premier cas; nous appellerons aussi *ensemble criblé négativement* au moyen du crible C l'ensemble $\mathcal{E}$ formé des points x pour lesquels le deuxième cas se présente. Une opération permettant le passage d'une suite illimitée d'ensembles donnés $E_1, E_2, \ldots, E_n, \ldots$ à deux ensembles : criblé positivement E et criblé négativement $\mathcal{E}$ nous appelons *opération de crible;* l'ensemble $\mathcal{E}$ est le complémentaire de E.

III. *Ensembles criblés.* — Le premier des problèmes qui se pose au sujet de l'opération de crible est celui de l'étude générale des *ensembles qui peuvent être obtenus, à partir des intervalles au moyen de l'opération de crible indéfiniment répétée :* nous donnons à ces ensembles le nom général d'*ensembles criblés* [succinctement *ensembles* (C)]. Comme l'opération de crible est plus forte que les opérations (S), (P) et (lim), on peut classer, sans qu'un ensemble non criblé soit intervenu, tous les ensembles criblés de la manière suivante : *la classe zéro* C_0 d'ensembles criblés est formée d'une

partie principale A_0 composée de tous les intervalles, et du corps borélien classique B_0 composé de tous les ensembles mesurables B; *la classe un* C_1 d'ensembles criblés est formée d'une partie principale A_1 composée de tous les ensembles analytiques ordinaires, et du corps borélien B_1 à base A_1. D'une manière générale, quel que soit un nombre α fini ou transfini de seconde classe, *la classe* α, C_α, d'ensembles criblés est formée d'une partie principale A_α composée de tous les résultats de l'opération de crible appliquée *positivement* à une suite d'ensembles $E_1, E_2, \ldots, E_n, \ldots$ de classes précédentes C_β, $\beta < \alpha$, et du corps borélien B_α à base A_α.

IV. *Les propriétés des ensembles criblés.* — Voici les premières propriétés des ensembles criblés :

Théorème I. — *Toute classe* C_α *contient effectivement une infinité d'ensembles qui ne font pas partie des classes précédentes.*

Théorème II. — *Tout ensemble criblé est mesurable.*

Théorème III. — *Tout ensemble criblé a la propriété de M. R. Baire* (n'est pas *inexhaustible non résiduel* de M. Denjoy).

Théorème IV. — *Tout ensemble criblé est une somme formée d'ensembles mesurables* B *numérotés au moyen des nombres transfinis de seconde classe.*

Théorème V. — *Tout ensemble homéomorphe à un ensemble criblé est un ensemble criblé* (*et de même classe et sous-classe*).

Théorème VI. — *Tout ensemble criblé* E *de classe finie* K_m *est un ensemble projectif.*

Théorème VII — *Tout ensemble criblé* E *de* $A_{\alpha+1}$ *est une projection orthogonale d'un ensemble plan criblé de* C_α.

Il serait fort intéressant de savoir si deux ensembles E_1 et E_2 qui n'empiètent pas et qui appartiennent à $A_{\alpha+1}$ sont séparables au moyen de deux ensembles de classe précédente C_α. Si c'est le cas, les propriétés des ensembles criblés présenteraient une analogie parfaite avec celles des ensembles analytiques et seraient simplement des propriétés de l'opération de crible utilisée par Souslin et par MM. Sierpinski et Lusin, et dont la première idée remonte à M. H. Lebesgue.

HYDRODYNAMIQUE. — *Sur la stabilité des cavitations.* Note de M. **Basile Demtchenko**, présentée par M. Hadamard.

Dans une Note récente M. Riabouchinsky [1] émet quelques idées sur l'importante question de la stabilité d'une cavitation sphérique. Nous exposons ici nos considérations qui nous permettent, sinon d'affirmer, en tout cas de penser, que les cavitations sphériques dilatantes, ainsi que contractantes, sont stables.

Soient $\varphi(x, y, z, t)$ et $f(x, y, z, t) = 0$ le potentiel des vitesses du liquide et l'équation de la surface de cavitation à l'instant t. Les fonctions φ et f satisfont aux équations

$$(1) \qquad \frac{1}{2}q^2 + \frac{\partial\varphi}{\partial t} = \frac{p_0}{\rho}, \qquad \vec{q}\,\overrightarrow{\operatorname{grad}} f + \frac{\partial f}{\partial t} = 0 \quad (\text{sur } f = 0),$$

où $\vec{q}$ est la vitesse d'une particule fluide, p_0 la pression à l'infini et ρ la densité du liquide. Désignons par $\delta\varphi$ et δf les variations des fonctions φ et f qui correspondent au mouvement perturbé. Si la cavitation est stable, on peut considérer ces variations comme des quantités infiniment petites. En égalant à zéro les premières variations des premiers membres des équations (1), on obtient

$$(2) \quad \left\{\begin{aligned} &\frac{d}{dn}\left(\frac{1}{2}q^2 + \frac{\partial\varphi}{\partial t}\right)\delta n + \vec{q}\,\delta\vec{q} + \frac{\partial\,\delta\varphi}{\partial t} = 0 \\ &\frac{d}{dn}\left(\vec{q}\,\overrightarrow{\operatorname{grad}} f + \frac{\partial f}{\partial t}\right)\delta n + \vec{q}\,\overrightarrow{\operatorname{grad}}\,\delta f + \delta\vec{q}\,\overrightarrow{\operatorname{grad}} f + \frac{\partial\,\delta f}{\partial t} = 0 \end{aligned}\right. \qquad (\text{sur } f = 0),$$

où n est la normale extérieure à la surface de cavitation et

$$\delta n = \frac{\delta f}{\sqrt{\left(\frac{\partial f}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial z}\right)^2}}.$$

Ces équations déterminent $\delta\varphi$ et δf. Si l'on pouvait trouver une solution du système (2) telle qu'elle tende, ainsi que ses dérivées partielles du premier ordre vers zéro avec $\delta\varphi_0 = \delta\,\varphi(x, y, z, t_0)$ et $\delta f_0 = \delta\,f(x, y, z, t_0)$, notre hypothèse sur la stabilité serait justifiée et l'on pourrait considérer la cavitation $f = 0$ comme stable.

---

[1] D. Riabouchinsky, *Sur quelques cas de cavitation* (*Comptes rendus*, 184, 1927, p. 583).

Dans le cas d'une cavitation sphérique on a

$$(3)\qquad \varphi = -\frac{\dot{a}a^2}{r}, \qquad f = a - r, \qquad q = \frac{\dot{a}a^2}{r^2}, \qquad \dot{a} = \frac{da}{dt},$$

où a est le rayon de la cavitation. Introduisons les coordonnées polaires r, θ, ψ. Les équations (2) prennent la forme

$$(4)\qquad \begin{cases} \dot{a}\dfrac{\partial\,\delta\varphi}{\partial r} + \dfrac{\partial\,\delta\varphi}{\partial t} + \ddot{a}\,\delta a = 0 \\ 2\dfrac{\dot{a}}{a}\,\delta a + \dot{a}\dfrac{\partial\,\delta a}{\partial r} - \dfrac{\partial\,\delta\varphi}{\partial r} + \dfrac{\partial\,\delta a}{\partial t} = 0 \end{cases} \qquad (r = a).$$

Pour simplifier nos raisonnements, supposons que le mouvement perturbé soit symétrique par rapport à l'axe polaire. Développons $\delta\varphi$ et $\delta f = \delta a$ en séries de fonctions sphériques

$$(5)\qquad \delta\varphi = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{a^{n+1}}{r^{n+1}}\, x_n(t)\, X_n(\cos\theta), \qquad \delta a = \frac{1}{a^2}\sum_{n=0}^{\infty} f_n(r, t)\, X_n(\cos\theta).$$

Substituons les expressions (5) dans les formules (4) et identifions à zéro les coefficients des $X_n(\cos\theta)$. En désignant $f_n(a, t)$ par $y_n(t)$, on obtient

$$(6)\qquad \frac{dx_n}{dt} - \beta^2 y_n = 0, \qquad \frac{dy_n}{dt} + \alpha_n^2 x_n = 0,$$

où

$$\beta^2 = -\frac{\ddot{a}}{a^2} = \frac{p_0}{\rho}\frac{A^3}{a^6}, \qquad \alpha_n^2 = (n+1)\,a.$$

Nous désignons ici par A le rayon maximum de la cavitation. Soit t_1 un moment quelconque qui précède le moment de la contraction complète de la cavitation. Les coefficients α_n et β étant réguliers dans l'intervalle $t_0 \ldots t_1$, x_n et y_n sont aussi réguliers dans cet intervalle. Désignons par x_n^0 et y_n^0 les valeurs que prennent x_n et y_n à l'instant initial. Les intégrales x_n et y_n du système (6) satisfont aux inégalités

$$(7)\qquad x_n^2 \leq x_n^{0\,2} + \frac{1}{(n+1)\,N}\, y_n^{0\,2}, \qquad y_n^2 \leq y_n^{0\,2} + (n+1)\, M\, x_n^{0\,2},$$

où

$$N = \frac{\rho\, a_1^7}{p_0 A^3}, \qquad M = \frac{\rho A^4}{p_0}.$$

D'après (5) et (7) $\delta\varphi$ et δa tendent en moyenne vers zéro avec $\dfrac{\partial\delta\varphi_0}{\partial r}$ et δa_0.

Par consequent, $\delta\varphi$ et δa ne peuvent avoir une valeur finie que sur l'ensemble de points dont la mesure tend vers zéro avec les variations initiales. Nous voyons que nos hypothèses sont justifiées. Nous n'insisterons pas sur quelques points délicats de notre démonstration qui est d'ailleurs classique. Qu'il nous soit permis d'en conclure qu'il y a lieu de considérer les cavitations sphériques comme stables [1].

MÉCANIQUE INDUSTRIELLE. — *Sur le renforcement de la tension d'une courroie par le fait de son enroulement sur la poulie.* Note de M. **R. Swyngedauw**, présentée par M. G. Kœnigs.

Ce renforcement se démontre aisément pour une courroie en caoutchouc. Deux dynamos frein, l'une motrice, l'autre génératrice ont leurs poulies de 200^{mm} de diamètre reliées par une courroie de caoutchouc de $4^{mm},4$ d'épaisseur. On relève, par la méthode stroboscopique décrite dans une Note antérieure [2], l'augmentation relative de vitesse $\frac{\Delta V}{V}$ d'un élément de la face externe de la courroie, qui passe du brin tendu ou du brin mou sur la poulie.

L'expérience donne $\frac{\Delta V}{V} = \frac{42}{1000}$.

Or les vitesses des lamelles élémentaires de l'arc de courroie adhérant à la poulie sont proportionnelles à leur distance à l'axe de cette dernière; par suite, la vitesse de la lamelle externe est à celle de la lamelle interne dans le rapport $\frac{1044}{1000}$ dans le cas présent; de sorte que la vitesse de la lamelle externe dépasse celle de la lamelle interne de $\frac{44}{1000}$ de sa valeur.

Si l'on rapproche ce résultat du précédent, on peut conclure que la *lamelle neutre*, c'est-à-dire celle qui conserve la même vitesse après qu'avant son engagement sur la poulie, se trouve être pratiquement celle qui est appliquée contre la poulie, d'où cette conséquence, que toutes les autres lamelles élémentaires étant plus longues après qu'avant l'engagement de la courroie

---

(1) Dans le cas d'une cavitation sphérique contenant un gaz sous pression constante et augmentant en volume, nos raisonnements ne sont plus applicables, p_0 étant négatif. Dans ces conditions la cavitation doit être instable, comme le remarque M. Riabouchinsky.

(2) *Comptes rendus*, 182, 1926, p. 441.

sur la poulie, *la tension totale de la courroie augmente par son enroulement sur la poulie* (d'environ un dixième de sa valeur dans le cas considéré).

Si l'adhérence est moins parfaite comme pour les courroies en cuir, l'expérience montre qu'avec les mêmes poulies et dynamos, la lamelle neutre est distante de la poulie d'un tiers ou de deux tiers environ de l'épaisseur du cuir, suivant que la courroie est appliquée chair ou fleur sur poulie.

Le raisonnement précédent ne permet plus dans ce cas la démonstration de la proposition énoncée; mais on y parvient en rapprochant de cette donnée sur la position de la lamelle neutre, le résultat expérimental déjà mentionné dans une Note antérieure [1] que dans le glissement fonctionnel, la courroie est adhérente à la poulie sur l'azimut critique (situé entre 15° et 20° du point de premier contact). En effet, puisque dans le brin tendu ou mou toutes les lamelles élémentaires ont la même vitesse que la lamelle neutre et que sur l'azimut critique la vitesse de la face interne de la courroie est plus faible que celle de la lamelle neutre, il en résulte que la face interne atteint la poulie avec une vitesse supérieure à celle de cette poulie, et par conséquent *dans les premiers vingt degrés d'abordage, la courroie glisse en frottant sur la poulie comme si celle-ci était menée;* de sorte que *la tension d'un élément augmente dans cette région au fur et à mesure qu'il progresse sur la poulie.*

Cet arc d'abordage de 20 degrés agit dans le même sens que le reste de l'arc de contact de la poulie avec la courroie si la poulie est menée, mais en sens inverse si elle est menante; ce qui explique pourquoi le *glissement d'ensemble*, signalé antérieurement [1], *commence pour une charge plus faible sur la poulie menante que sur la poulie menée.*

Détermination du coefficient de renforcement. — Quand une courroie s'engage sur la poulie, l'allongement spécifique de sa lamelle externe est dû aux actions simultanées de l'enroulement et de l'accroissement de tension. Mais on peut imaginer que ces deux actions agissent successivement; la courroie subissant avant son engagement sur la poulie un premier allongement dû à un accroissement de tension égal à celui que crée l'enroulement réel, puis un second par le fait de l'enroulement sous une tension constante égale à celle de l'azimut critique.

Dans ce dernier cas, l'allongement spécifique de la lamelle externe dépend uniquement du rayon d'enroulement et l'on peut le désigner

[1] *Comptes rendus*, 183, 1926, p. 859.

par $f(\mathrm{R})$. Quant au premier, il peut s'écrire $\frac{\Delta l}{l} = \frac{\Delta \mathrm{T}}{\mathrm{E}s} = \frac{k\mathrm{T}_e}{\mathrm{E}s}$, E étant le coefficient d'élasticité de la courroie de section s tendue sous la tension T_e avant l'enroulement et pour la variation $\Delta\mathrm{T}$ considérée, k étant le coefficient de renforcement de la tension. Si l'on pose $\mathrm{A} = \frac{k}{\mathrm{E}s}$ pour un même couple, sur une même poulie, les variations relatives de vitesses dans l'enroulement, Δme du brin tendu si la poulie est menante et Δge du brin mou si la poulie est menée, s'écrivent en désignant par T et t les tensions des brins tendu et mou

$$(1) \qquad \Delta me = f(\mathrm{R}) + \mathrm{AT}, \qquad \Delta ge = f(\mathrm{R}) + \mathrm{A}t, \qquad (2)$$

d'où $k = \frac{s\mathrm{E}}{\mathrm{T} - t}(\Delta me - \Delta ge)$.

Si l'on applique cette formule aux expériences relatées dans une Note antérieure [1], on obtient ce résultat remarquable que pour une tension spécifique d'environ 250ᵍ par millimètre carré du brin tendu, *la tension de la courroie qui s'engage sur la poulie augmente de* 32 *pour* 100 *de sa valeur avant l'enroulement, si elle est appliquée fleur sur poulie, de* 9 *pour* 100 *si elle est appliquée chair sur poulie, de* 34 *pour* 100 *si la courroie est en balata;* ce qui implique semble-t-il une fatigue plus grande pour la courroie cuir si elle est appliquée fleur sur poulie plutôt que chair sur poulie.

OPTIQUE. — *Dédoublement d'un rayon de lumière par traversée d'une lame transparente fléchie.* Note [2] de M. **Émile Henriot**, transmise par M. Villard.

Lorsqu'on fait tomber un faisceau de lumière provenant d'un collimateur sur une lame à faces parallèles fléchie, il se dédouble en deux faisceaux de lumière parallèle qui, reçus dans une lunette, donnent deux images de la fente. Il faut que la fente soit parallèle à la fibre neutre et, d'autre part, la lame étant fléchie par des pressions distribuées bien symétriquement, on ne doit utiliser que la partie centrale, qui est en état de flexion pure.

L'explication de ce dédoublement est la suivante : si l'on désigne par z la distance, comptée verticalement, à la fibre neutre que je suppose horizon-

---

(1) *Comptes rendus*, 183, 1926, p. 1329.

(2) Séance du 23 mai 1927.

tale, la tension des fibres varie linéairement en fonction de z ; par suite, les différences $n_0 - n$, $n_e - n$ (où n est l'indice avant déformation, n_0 et n_e les indices ordinaire et extraordinaire) varient linéairement en fonction de z, de même que l'épaisseur, lorsque la lame est fléchie. Le faisceau de rayons ordinaires tourne d'un angle θ_0 qui est le gradient de la quantité $e(n_0 - 1)$, e étant l'épaisseur de la lame ; on peut ainsi écrire

$$\theta_0 = e\frac{dn_0}{dz} + (n_0 - 1)\frac{de}{dz},$$

$\frac{de}{dz}$ est l'angle du prisme formé par la lame qui s'amincit aux régions d'extension et s'épaissit aux régions de contraction. Le deuxième terme est la déviation par ce prisme ; on peut, au second ordre près, remplacer n_0 par n dans ce terme quand on considère les biréfringences et l'angle du prisme comme des quantités du premier ordre. Le premier terme provient du gradient d'indice. On aura donc

$$\frac{\theta_0}{\theta_e} = \frac{e\frac{dn_0}{dz} + (n - 1)\frac{de}{dz}}{e\frac{dn_e}{dz} + (n - 1)\frac{de}{dz}},$$

$$\theta_0 - \theta_e = e\frac{d(n_0 - n_e)}{dz} = e\frac{(n_0 - n_e)_m}{a},$$

$(n_0 - n_e)_m$ est la biréfringence maxima sur les bords, a la demi-hauteur.

Si l'on mesure pour deux radiations différentes la différence $\theta_0 - \theta_e$ le rapport de ces quantités est

$$\frac{\theta_0 - \theta_e}{\theta'_0 - \theta'_e} = \frac{(n_0 - n_e)_m}{(n'_0 - n'_e)_m},$$

on peut donc espérer obtenir par cette méthode la loi que suit la dispersion de biréfringence.

J'ai utilisé une fente très fine horizontale éclairée par un arc au mercure, la longueur de la fente étant de 1^{mm} environ. Les rayons subissent une réfraction dans un prisme d'axe vertical qui sépare horizontalement les images courtes de la fente qui sont dédoublées dans le sens vertical. On observe à la lunette ou l'on photographie. Les images sont très fines et un nicol les éteint l'une après l'autre d'une manière complète.

Le dédoublement est facilement observable avec une seule lame de xylonite de longueur $= 12^{cm}$, hauteur $= 12^{mm}$, épaisseur $= 4^{mm},5$. Cette substance, utilisée dans les études techniques de photo-élasticité, subit sans se rompre des flexions considérables; elle est malheureusement absorbante et diffusante et ses surfaces sont médiocres. Le

dédoublement est visible avec une lame de verre de longueur $= 13^{cm}$, hauteur $= 13^{mm}$, épaisseur $= 8^{mm}$, mais pour les mesures j'ai photographié le dédoublement donné par 15 lames semblables fléchies séparément. Avec une distance focale de 30^{cm}, j'ai obtenu des dédoublements compris entre $0^{mm},15$ et $0^{mm},30$.

J'ai mesuré l'indice pour toutes les radiations, afin de voir dans quelle mesure l'expression

$$\frac{(n_0 - n_e)\,n}{(n^2 - 1)^2}$$

est indépendante de λ, c'est-à-dire suit la loi d'Havelock ([1]).

J'ai trouvé, en prenant comme unité la biréfringence pour $\lambda = 4358$:

Longueurs d'onde.	n.	$n_0 - n_e$.	$\frac{(n_0 - n_e)\,n}{(n^2 - 1)^2}$.
5780	1,5326	0,956	0,805
5461	1,5344	0,965	0,807
4916	1,5378	0,977	0,806
4358	1,5436	1	0,807
4106	1,5476	1,014	0,806

Au degré de précision de ces mesures, la loi d'Havelock se vérifie.

SPECTROSCOPIE. — *Spectres continus obtenus par la décharge sans électrodes dans la vapeur de mercure.* Note de M. **G. Balasse**, présentée par M. A. Cotton.

Partant de mes observations relatives aux vapeurs de potassium et de césium, de celles de M. Esclangon relatives à la vapeur de cadmium, j'ai émis ([2]) l'hypothèse que le spectre continu apparaissant dans la luminescence de ces corps produite par la décharge sans électrodes était le critère du passage d'un degré d'ionisation donné au degré d'ionisation immédiatement inférieur.

J'ai tenté de vérifier cette hypothèse dans le cas du mercure pour lequel le spectre d'étincelle a été fractionné en spectres de divers ordres par MM. L. et E. Bloch ([3]). Voici les résultats de mes observations :

([1]) *Proc. Roy. Soc.*, A, 77, 1906, p. 170-182.

([2]) G. Balasse, *Décharge sans électrodes en ondes amorties et en ondes entretenues. Spectres continus du césium et du potassium* (*Comptes rendus*, **184**, 1927, p. 1002).

([3]) L. et E. Bloch, *Spectres d'étincelle d'ordre supérieur du mercure* (*Journal de Physique*, **4**, octobre 1923, p. 333).

Sous une tension de 55000 volts maintenue à l'éclateur j'ai produit :

a. Pour une température donnée, un spectre continu C_A, localisé à la partie médiane des raies, s'étendant dans tout le spectre de 6000 à 2300 Å, se raccordant aux raies d'arc seulement.

Les raies E_1, E_2, E_3 présentent l'aspect décrit par MM. L. et E. Bloch dans leur étude.

b. A température plus basse (ce qui correspond à une excitation plus intense) voisine de la température minimum à laquelle une décharge apparaît sous la tension indiquée, un spectre continu C_{E_1} se raccordant uniquement aux raies que MM. L. et E. Bloch notent E_1. Les raies d'arc traversent ce spectre continu sans subir aucune modification d'intensité. Les raies E_2 les plus intenses traversent ce spectre continu, les autres sont présentes au bord du spectre seulement. Les raies E_3 sont présentes au bord du spectre seulement.

Les spectres continus C_A et C_{E_1} proviennent d'une luminosité localisée entre deux cylindres concentriques de très petit rayon, dont l'axe est celui du tube à décharge. Ils apparaissent donc sur mes spectrogrammes comme deux bandes noires continues, parallèles, coupant à égale distance de leur point milieu toutes les raies qui les traversent.

Une particularité intéressante présentée par C_{E_1} est la suivante : les raies E_2 présentent un affaiblissement d'intensité net à l'endroit où elles coupent ce spectre de sorte qu'elles sont plus intenses au point milieu de leur longueur qu'aux points qu'elles ont en commun avec le spectre continu C_{E_1}.

Des faits signalés ci-dessus en *a*, je conclus que le spectre C_A provient de la chute d'un électron extérieur ou lointain sur l'atome ionisé une fois, lequel retrouve ainsi l'état neutre.

Des faits signalés en *b*, que le spectre C_{E_1} provient de la chute d'électrons extérieurs ou lointains sur l'atome ionisé à un degré supérieur et qui, par ce mécanisme, revient à l'état ionisé une fois.

De la particularité ci-dessus signalée je pense pouvoir conclure que le spectre C_{E_1} est formé pour une grosse part au détriment des raies E_2, lesquelles correspondent donc à un degré d'ionisation supérieur à celui des raies E_1 auxquelles C_{E_1} se raccorde.

Je n'ai pu observer le spectre continu C_{E_2} se raccordant aux raies E_2. Le spectre continu C_{E_2} ne pourrait se produire qu'à des excitations plus intenses que celles employées pour obtenir C_{E_1} lesquelles étaient à la limite supérieure de ce que je pouvais obtenir avec mon installation.

Je pense donc pouvoir affirmer que toutes les fois que l'on passe d'un état d'ionisation $p+1$ à un état d'ionisation p, ce passage est accompagné de l'émission d'un spectre continu, critérium certain de ce passage. Ceci est bien d'accord avec le fait que les raies d'étincelle E_1, E_2, données par MM. E. et L. Bloch, sont émises par des atomes de mercure ionisés une et deux fois.

Il est indispensable pour isoler les spectres continus C_A et C_{E_1} de maintenir le tube à décharge à température très constante : un couple thermo-électrique dont la soudure est dans le four de chauffage ne varie que de 10° environ lorsqu'on passe du régime donnant C_A au régime donnant C_{E_1}. Cette précaution prise, il m'a toujours été possible de produire l'un des deux spectres continus seulement; les phénomènes sont parfaitement reproductibles. Lorsque la température n'est pas restée constante au cours de la prise d'un spectrogramme, on observe un spectre continu se raccordant à la fois aux raies d'arc et E_1. Sous cet aspect le spectre continu présente un caractère identique à ceux mentionnés par M. Esclangon; il est dû à la superposition des deux spectres continus C_A et C_{E_1}.

RADIOACTIVITÉ. — *Recherches sur la radioactivité du plomb, qui a été soumis pendant longtemps au rayonnement solaire*. Note de Mlle **St. Maracineanu**, présentée par M. H. Deslandres.

Dans une Note précédente [1] j'ai annoncé que le plomb du commerce insolé présentait parfois une faible radioactivité qui persistait longtemps après. Le premier travail a été fait à l'Observatoire de Meudon. Puis sur le conseil de MM. Lebel et Deslandres, j'ai cherché à étudier la radioactivité des feuilles de plomb soumises depuis longtemps au rayonnement solaire et à la pluie. Or l'Observatoire de Paris a une toiture en plomb, ancienne et horizontale, sur laquelle j'ai fait les expériences suivantes :

J'ai placé sur ce toit en plomb un électromètre très sensible Szilard, dont la chambre d'ionisation a un large fond de 15^{cm} de diamètre environ, en aluminium de $0^{mm},3$ d'épaisseur et démontable. J'ai mesuré le mouvement propre de décharge de l'appareil muni de son fond en aluminium et ensuite dépourvu de son fond et donc recevant le rayonnement directement du toit. Les mesures ont été nombreuses, le fond de l'électromètre étant alternati-

[1] *Comptes rendus*, **181**, 1925, p. 774.

Mesures faites dans l'appartement : $18^h 20^m$.

(*Nombre de secondes durant la décharge indiquée par le parcours de l'aiguille devant* 5 *divisions micrométriques de l'échelle.*)

Fond Al $\frac{3}{10}$ mm.	Fond Pb du commerce $\frac{1}{10}$ mm.
98 secondes	93 secondes
90 »	66 »
82 »	81 »
98 »	79 »

Mesures faites en plein air.

(*L'appareil de mesure posé sur la toiture de plomb.*)

Série I.

Al.	Pb.
A la base de l'appareil Al $\frac{4}{10}$ mm soutenu par un trépied posé sur le toit et élevé de 10^{cm} :	Appareil dépourvu de son fond Al et déposé sur la toiture en plomb. Base Pb :
78^{sec}	14^{sec}
70	14
70	13,5
68	14
	12
	10
A la base de l'appareil Al posé directement sur la toiture en plomb :	
48^{sec}	*Nota.* — Ces mesures ont été faites par un temps nuageux à 19^h.
48	
50	
47	
55	
57	

Série II.

Mesures faites à 12^h.

(Alternance nuages et soleil.)

Al.	Pb.	
30^{sec}	15^{sec},5	
45	15	
45	12	
55	6	Soleil
67	5	Soleil
	8	Soleil
	15	Nuages
	14	Nuages
	6	Soleil
	4	Soleil

Série III.

Même base de plomb gratté : 13^h.

Al.	Pb.
45^{sec}	18^{sec}
55	18
67	20
70	22
69	17
Charges et décharges à la sortie et à la rentrée des nuages.	

Série IV.

Une autre partie de la surface en plomb.

(Alternance nuages et soleil.)

19^h.

Al.	Pb.
Pas de mouvements perceptibles probablement à cause des charges et décharges alternatives dues au soleil.	15^{sec}
	17
	20
	16
	19

22^h.

100^{sec}	12^{sec}
100	12
120	13
	14
	12
	16

vement la feuille d'aluminium et le plomb du toit. Elles ont été faites le matin, à midi et le soir, le ciel étant ensoleillé ou couvert de nuages et j'ai constaté une radioactivité nette du toit en plomb, ainsi que l'indique le tableau ci-dessus (5 à 7 fois plus grande que le mouvement propre de l'appareil).

On voit sur ce tableau que des mesures préliminaires ont été faites dans l'appartement voisin, aussi en alternant fond Al et fond constitué par du plomb du commerce. Le plomb du commerce, préparé toujours avec la galène, n'est pas, comme on sait, radioactif, et *a priori* il est naturel de rapporter au Soleil l'effet constaté, surtout si l'on tient compte des nombreuses expériences antérieures; mais pour avoir une conclusion ferme, il faudra étudier de la même façon d'autres feuilles de plomb longtemps ensoleillé.

Les résultats de ces mesures sont exprimés en div. micr./sec. Pour l'appareil Szilard 1 div. micr./sec = 0,0014 E. S.

Les mesures sont plus régulières le soir après le coucher du Soleil ou bien par un temps nuageux. Elles sont fortement dérangées par le Soleil, surtout à l'entrée et à la sortie des nuages (voir le tableau).

A midi, quand le Soleil darde sur l'appareil, le plomb semble devenir deux fois plus actif qu'à l'ordinaire (voir le tableau).

Ce rayonnement est formé surtout de particules α; mais, d'après les mesures du mouvement propre de l'appareil (fond Al posé directement ou à distance du toit), on peut soupçonner aussi un rayonnement pénétrant de très faible intensité.

La détermination de la période de décroissance de ce rayonnement, le plomb étant soustrait à l'action solaire, s'impose et des recherches seront poursuivies dans ce sens.

Remarques sur la Communication précédente,
par M. **Deslandres.**

Les expériences poursuivies depuis 1925 par Mlle Maracineanu à l'Observatoire de Meudon, puis à l'Observatoire de Paris, doivent retenir l'attention; car, vraisemblablement, elles impliquent l'émission d'un rayonnement spécial [probablement ultra X [1]] qui est capable, par une sorte

---

[1] Ce rayonnement serait d'ailleurs variable d'un jour à l'autre; il doit correspondre aux fortes émissions du rayonnement corpusculaire, issu des couches profondes de l'astre.

de phosphorescence, de modifier la radioactivité des corps ou même de la provoquer. Il est seulement désirable que ces expériences soient répétées et reprises par d'autres personnes et dans d'autres lieux.

Les personnes qui ont du plomb longtemps insolé, et qui n'ont pas les appareils nécessaires à la recherche de la radioactivité, sont priées d'en envoyer un échantillon à l'Observatoire de Paris.

RADIOACTIVITÉ. — *Sur une nouvelle méthode d'étude du dépôt électrolytique des radioéléments.* Note (¹) de M. **Joliot**, présentée par M. J. Perrin.

Le potentiel électrochimique des radioéléments qui sont présents en solution en quantité minime (solution 10^{-8} à 10^{-16} normale) a été déterminé par l'étude du dépôt produit en un temps donné sur une électrode plongée dans la solution (²). La courbe qui représente la quantité déposée en fonction du potentiel d'électrode présente un coude brusque indiquant le potentiel de dépôt du radioélément dans les conditions de l'expérience. Chaque point de la courbe correspond à la vitesse moyenne du dépôt pour le temps considéré.

L'appareil décrit ci-dessous a l'avantage de supprimer les manipulations des électrodes et permet d'étudier le phénomène de façon continue.

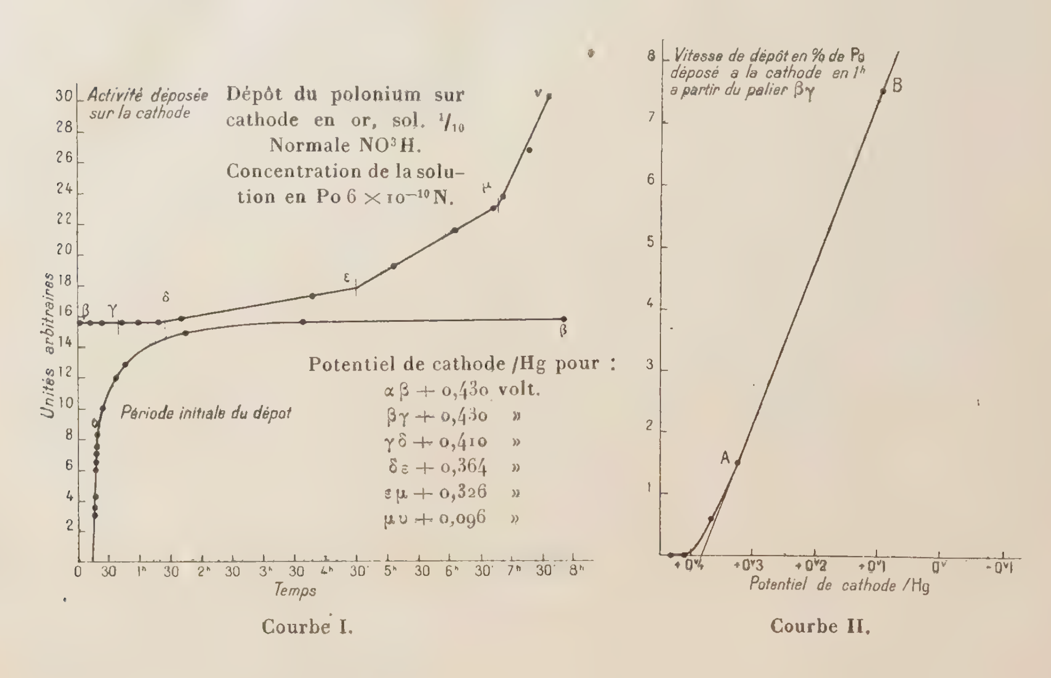
Principe. — L'électrode sur laquelle on veut suivre le dépôt fait partie de la paroi du récipient à électrolyse et est suffisamment mince pour être traversée par le rayonnement du corps actif qui s'y dépose. Le rayonnement, libéré au travers de la fenêtre ainsi constituée, entre dans une chambre d'ionisation. La mesure du courant de saturation correspondant est proportionnelle à la quantité de corps déposé. Le dessin ci-après montre la disposition des diverses pièces de l'appareil.

Particularités. — L'électrode transparente est constituée par une feuille mince de mica de $1^{mg},5$ au centimètre carré sur laquelle j'ai fait un dépôt d'or par pulvérisation cathodique (épaisseur d'or $40^{\mu\mu}$ environ, surface $0^{cm^2},5$). Le rapport entre l'activité déposée et celle mesurée au travers de l'électrode est voisin de 2. Les rayons α du Po étant arrêtés par $\frac{1}{500}$ de millimètre d'eau environ, la couche de liquide actif pouvant donner lieu à

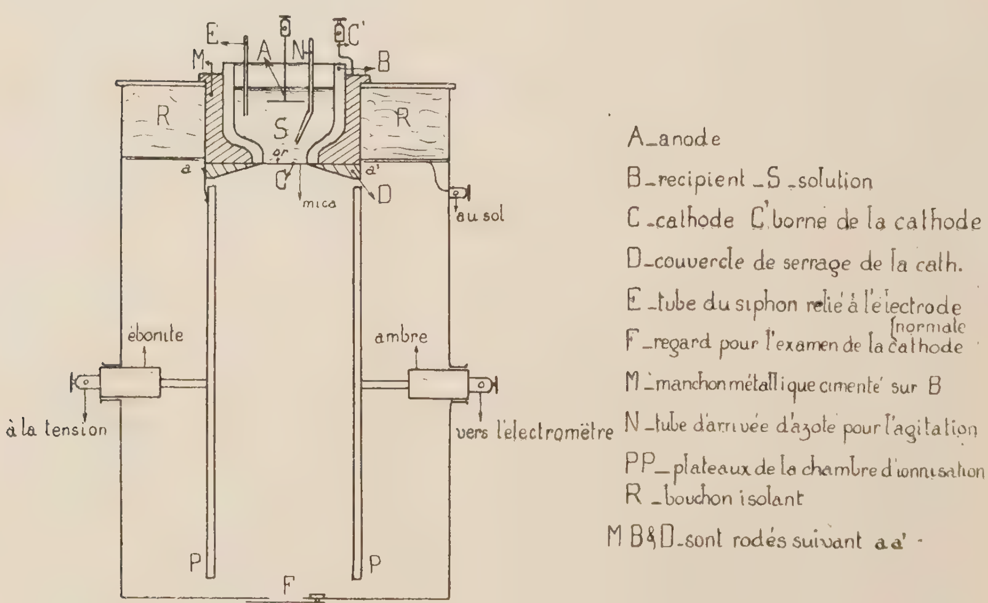
(¹) Séance du 16 mai 1927.

(²) G. V. Hevesy et Paneth, *Wien. Ber.*, 123, 1924, p. 1619-1623. Un résumé des divers travaux sur cette question est exposé dans *L'isotopie et les éléments isotopes* de Mme Pierre Curie (*Conf. Rap. Phys.*, p. 30-40).

un rayonnement traversant l'électrode est très peu épaisse, et l'activité correspondante est négligeable.



Courbe I. Courbe II.



Résultats. — J'ai repris la détermination du potentiel de dépôt du polonium d'une solution nitrique, sur électrode d'or. Les résultats sont traduits par les courbes ci-contre :

Courbe I. — La partie $\alpha\beta$ montre l'allure du phénomène dans la période initiale de dépôt. Le potentiel de l'électrode étant de $+ 0^{v},43$/Hg, la vitesse de dépôt, très grande dans les premières minutes, tombe à une valeur nulle après quelques heures. C'est à partir du palier $\beta\gamma$, défini par une attente de 15 heures, que j'ai fait varier le potentiel de l'électrode.

Courbe II. — J'ai constaté que la vitesse de dépôt offre une montée brusque aux environs de $+ 0^{v},40$/Hg et que, pour les potentiels inférieurs, elle prend, à potentiel constant, une valeur constante, qui croît quand le potentiel s'abaisse, à condition qu'on la rapporte à une concentration constante de la solution en polonium. La courbe se compose donc de portions de droites $\beta\gamma$, $\gamma\delta$, ... dont les inclinaisons permettent de calculer les vitesses de dépôt. Le point de rencontre de AB avec l'axe des potentiels fournit la valeur critique du potentiel de dépôt $+ 0^{v},38$/Hg dans les conditions de l'expérience.

Je poursuis ces recherches dans le but d'étudier l'influence de la concentration et la période initiale du dépôt.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Perméabilité du nickel à l'hydrogène. Influence de l'épaisseur du métal.* Note (1) de M. **Victor Lombard**, présentée par M. J. Perrin.

Nous avons complété nos recherches (2) par de nouvelles mesures avec d'autres lames, dont une ayant 2^{mm} d'épaisseur environ; le mode opératoire étant le même.

Dans le tableau suivant, nous donnons les valeurs de la diffusion sous la pression de 770^{mm} de Hg à cinq températures différentes pour des lames d'épaisseurs variant de $0^{mm},16$ à $1^{mm},99$.

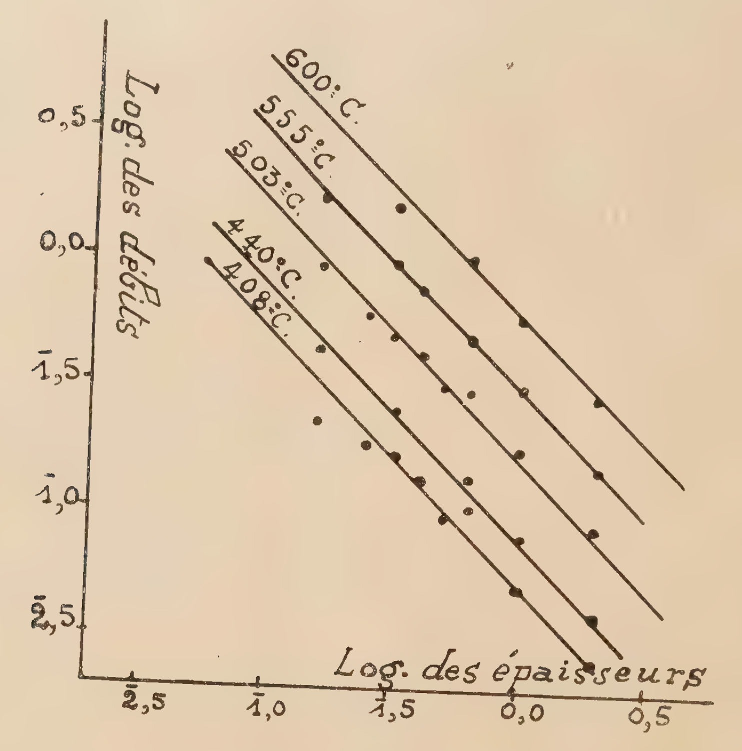
Nous rappelons que par débit nous désignons le nombre de centimètres cubes de gaz, mesurés à 0°C. sous 760^{mm} de Hg, qui traversent une surface de 1^{cm^2} en une heure.

---

(1) Séance du 23 mai 1927.

(2) *Comptes rendus*, **182**, 1926, p. 463.

Épaisseurs des lames.	Débits sous la pression de passage de 770mm de Hg à 408° C.	440° C.	503° C.	555° C.	600° C.
mm	cm³	cm³	cm³	cm³	cm³
0,16.......	0,23	0,44	0,92	1,74	»
0,25.......	0,189	»	0,609	»	»
0,31.......	0,172	0,23	0,514	0,95	1,6
0,402......	0,135	»	0,422	0,758	»
0,52.......	0,095	»	0,318	»	»
0,62.......	0,105	0,14	0,305	0,50	1,0
0,998......	0,05	0,08	0,184	0,311	0,6
1,99.......	0,025	0,04	0,09	0,151	0,29



Les valeurs des débits à 408°, 503° et 555° C. ont été obtenues par des mesures directes à ces températures, sauf celle de $0^{cm^3},025$ (épaisseur, 1,99; température, 408° C.) qui a été obtenue par extrapolation sur la courbe $d=f(t)$ que nous avons tracée pour la lame de $1^{mm},99$.

Les valeurs des débits à 440° C. et 600° C. ont été obtenues par intrapolation sur les courbes $d=f(t)$ correspondant aux lames des différentes épaisseurs.

La figure ci-dessus représente la variation du logarithme du débit en

fonction du logarithme de l'épaisseur du métal, d'après les données précédentes.

On voit qu'à de rares exceptions près les points se placent sensiblement sur des droites parallèles inclinées à 45° sur les axes de coordonnées. Il s'ensuit que, contrairement à notre première opinion, la formule

$$d = \frac{K}{h} \qquad (d = \text{débit}; \; h = \text{épaisseur}; \; K = \text{constante})$$

exprime la loi de l'épaisseur mieux que la formule que nous avons précédemment proposée, cette dernière ne s'appliquant bien que pour des épaisseurs comprises entre $0^{mm},2$ et $0^{mm},7$ environ.

K, fonction de la température et de la pression, est facile à déterminer.

Richardson [1] avait établi une formule théorique d'après laquelle la diffusion d'un gaz à travers un métal est inversement proportionnelle à l'épaisseur du métal. Notre travail en est une vérification expérimentale. Nous n'en connaissons guère qu'une seule autre, celle qu'ont faite M. G. Johnson et P. Larose [2] en mesurant la diffusion de l'oxygène à travers des lames d'argent de $0^{mm},0787$; $0^{mm},135$; $0^{mm},205$ et $0^{mm},248$ d'épaisseur.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'érythrite acétylénique* $CH^2OH.CHOH.C \equiv C.CHOH.CH^2OH$.

Note de M. **Lespieau**, présentée par M. Moureu.

J'ai précédemment indiqué [3] comment on pouvait obtenir un liquide répondant à la formule

$$\overset{\frown O \frown}{CH^2 - CH} - C \equiv C - \overset{\frown O \frown}{CH - CH^2};$$

mais comme il y avait lieu de se demander si ce liquide n'était pas un mélange de deux stéréoisomères, j'ai cherché à voir ce qu'il en était soit par cristallisation, soit par distillation fractionnées. Ces méthodes n'ont permis aucune séparation, le corps fond très bien sous moins de 1° à —16°, il bout à 87°,5-88°,5 sous 10^{mm}, à 98°-99° sous 20^{mm} et même un échan-

---

(1) *Phil. Mag.*, 6e série, 7, 1904, p. 268.
(2) *J. Amer. Chem. Soc.*, 46, 1924, p. 1377.
(3) *Comptes rendus*, **173**, 1921, p. 1367.

tillon a passé presque totalement à 92°,7 sous 13mm,5. A 23° on a trouvé pour celui-ci une densité de 1,1189 et un indice pour la raie D 1,4871; ces nombres impliquent une réfraction moléculaire égale à 28,28; à 21° un autre échantillon a donné 28,26. Or le calcul, en prenant pour l'oxygène la réfraction atomique des éthers-oxydes, indiquerait 26,79; il y a donc ici une forte exaltation, mais ayant préparé plusieurs corps possédant une fonction oxyde d'éthylène immédiatement voisine d'une triple liaison, j'y ai toujours trouvé une exaltation notable.

L'hydratation de ce dioxyde par l'eau à 100° se fait très aisément sans catalyseur. On a opéré en tube scellé pour éviter l'évaporation et l'oxydation; après trois jours de chauffe, temps plus que suffisant, on chasse l'eau qui veut bien distiller à 50° dans le vide de la trompe à eau, et l'on se trouve en présence d'un résidu qui pèse exactement ce qu'exigerait la formation théorique d'une érythrite. Ce résidu ne tarde pas à cristalliser.

Mais, même après plusieurs années d'attente, on n'obtient ainsi qu'un magma de cristaux plastique, fondant de 77° à 95°, qui ne peut s'essorer ni par filtration, ni par séjour prolongé sur une assiette poreuse. Et il est fort difficile d'en retirer un corps fondant nettement; les liquides qui le dissolvent bien, eau, alcool méthylique, l'abandonnent sous forme de sirop; l'addition aux solutions de liquides ne dissolvant pas, éther, acétate d'éthyle, précipite également un sirop. Cependant, en essorant les sirops en voie de cristallisation par compression entre les feuilles de papier filtre, reprenant les cristaux par un solvant, et recommençant de nombreuses fois ces opérations, on arrive à élever le point de fusion commençante à 95°; à partir de ce moment on fait cristalliser par évaporation de solutions acétiques, et l'on obtient finalement des cristaux fondant à 113°-114°,5 dont l'analyse (C 49,01; H 6,92; cryoscopie acétique 150) indique qu'il s'agit d'une érythrite acétylénique

$$CH^2OH - CHOH - C \equiv C - CHOH - CH^2OH.$$

Celle-ci est peu soluble dans l'acide acétique (moins de 2 pour 100); dissoute à chaud dans ce solvant, ou dans l'alcool méthylique bouillant elle se précipite en partie par refroidissement. Ses solutions méthyliques décolorent paresseusement le brome à froid, par évaporation du solvant on obtient un sirop et des cristaux; ceux-ci après essorage sur une assiette poreuse et cristallisation dans un mélange d'alcool méthylique et d'acétate d'éthyle fondent à 184°-185°, il s'agit bien d'un dibromure de l'érythrite car l'analyse a indiqué C 23,69; H 3,31; Br 51,95. Quant aux sirops très

abondants qui accompagnent les cristaux il se peut qu'ils renferment des isomères (on a ici deux atomes de carbone asymétriques, et deux atomes de brome qui peuvent être en cis ou en trans), mais ils ne distillent pas sans décomposition.

Pour poursuivre l'étude de cette érythrite, dont j'ai déjà décrit plusieurs dérivés, j'en ai fait la diméthyline biprimaire, en utilisant pour cela un procédé employé par M. Blanchard dans des cas plus simples [1]. On a chauffé quelque temps au réfrigérant ascendant le dioxyde d'éthylène avec quatre fois son poids d'alcool méthylique et quelques gouttes d'acide sulfurique; on neutralise ensuite, puis on distille. On arrive ainsi, avec de bons rendements, à une diméthyline

$$CH^3OCH^2-CHOH-C\equiv C-CHOH-CH^2OCH^3$$

bouillant à 143°-143°,5 sous 3^{mm},5. On y a trouvé C 55,05; H 8,08; cryoscopie acétique 177. A 23° sa densité est 1,122 et son indice D 1,477, d'où une réfraction moléculaire 43,82 normale.

Par addition de deux atomes de brome à ce diéther on obtient encore des cristaux et un liquide. Les cristaux purifiés par recristallisation dans l'alcool méthylique fondent à 150°-151°,5. On y a trouvé C 29,00; H 4,30; brome 41,76, ce qui correspond au bromure attendu, mais ici aussi la présence d'une grande quantité de produits liquides laisse soupçonner la présence de plusieurs isomères.

Dans les exemples précédents on n'a pu isoler qu'un des deux isomères stériques prévus par la théorie, il en a été autrement dans le cas des chloroéthylines

$$\begin{array}{ccccccc} CH^2Cl- & CH & -C\equiv C- & CH & -CH^2Cl \\ & | & & | & \\ & O & & O & \\ & | & & | & \\ & CH^3 & & CH^3 & \end{array}$$

J'avais obtenu un produit de cette formule qui donnait deux dibromures fondant l'un à 71°-72°, l'autre à 107°-108°, le premier très soluble, le second très peu soluble dans le chloroforme. M. Hurion, par enlèvement de brome à ces deux corps, a obtenu les deux chloroéthylines stéréoisomériques, dont voici les propriétés : la première, donnant un dibromure fondant à 107°, bout à 136°-137° sous 11^{mm} et fond à 12°-14°; à 21° densité 1,110 et indice 1,4705; l'autre donnant un dibromure fon-

---

(1) *Bull. Soc. chim.*, 4e série, **29**, 1926, p. 1263.

dant à 71°, bout à 138°-139° sous 13mm et fond à 20°-21°; à 21° densité 1,112 et indice 1,4710. Celle-ci donne très facilement de très gros cristaux.

Tous ces produits ont été analysés et ont donné des nombres corrects.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la constitution des chlorures d'acides α-acétoxylés.* Note de MM. **E.-E. Blaise** et **Herzog**, présentée par M. Ch. Moureu.

Si l'on traite les éthers acétiques des acides-alcools α par le chlorure de thionyle, on obtient des chlorures d'acides α-acétoxylés qui, semble-t-il, devraient répondre à la constitution normale :

$$R - CH(O - CO - CH^3) - CO - Cl.$$

Or, l'un de nous a montré ([1]) que l'action de ces chlorures sur les dérivés organozinciques mixtes fournit, non pas des cétones acétoxylées, mais des cycloacétals mixtes du type (I). Comme d'ailleurs les dérivés organozinciques ne réagissent pas, ou très difficilement, sur la fonction éther-sel, on est conduit à attribuer aux chlorures acétoxylés une constitution cyclique du type (II) :

$$\begin{array}{c} R^1 - CH\text{——}CO \\ O \quad\quad O \\ C \\ R^2 \quad R^3 \end{array} \qquad \begin{array}{c} R^1 - CH\text{——}CO \\ O \quad\quad O \\ C \\ R^2 \quad Cl \end{array}$$

(I). (II).

Il nous a paru intéressant de rechercher comment se comporteraient ces mêmes chlorures vis-à-vis des carbures benzéniques, en présence du chlorure d'aluminium. A cet effet nous avons préparé le chlorure α-acétoxyisobutyrique, liquide bouillant à 70°, sous 17mm, donnant une anilide qui fond à 100°; puis nous avons traité ce chlorure par le benzène, en présence de chlorure d'aluminium. L'expérience montre qu'on obtient ainsi, tout à la fois, l'acétoxyisopropylphénylcétone et le cycloacétal oxyisobutyrique de l'acétophénone :

$$\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}\!\!>C(O - CO - CH^3) - CO - C^6H^5 \qquad \begin{array}{c} \begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}\!\!>C\text{——}CO \\ O \quad\quad O \\ C \\ CH^3 \quad C^6H^5 \end{array}$$

([1]) Blaise, *Comptes rendus*, 154, 1912, p. 596.

Le premier de ces corps bout à 135°-137° sous 14mm; sa semicarbazone fond à 186°-188 et sa *p*-nitrophénylhydrazone, à 171°. L'α-oxyisopropylphénylcétone, qui en dérive par saponification, bout à 125° sous 12mm et donne une semicarbazone (f. 184°-185) et une oxime (f. 106°). Quant au cycloacétal, il est bien cristallisé, fond à 60° et se dédouble, par hydrolyse, en acide oxyisobutyrique et acétophénone. En remplaçant dans cette réaction le benzène par le *p*-xylène, on obtient les dérivés correspondants, toutefois, il est impossible d'isoler le cycloacétal dont on retrouve seulement les produits de dédoublement : α-acétoxyisopropyl-xylyl-cétone (éb. 148° sous 17mm), *p*-nitrophénylhydrazone (f. 212°); α-oxyisopropyl-xylyl-cétone (éb. 136° sous 16mm); semicarbazone (f. 166°), *p*-nitrophénylhydrazone (f. 219°). Semicarbazone de la 2.5-diméthylacétophénone (f. 153°); *p*-nitrophénylhydrazone (f. 152°).

Il y a donc lieu de considérer les chlorures des acides *a*-acétoxylés comme susceptibles de réagir sous deux formes isomères; l'une de ces formes, cyclique, correspondant aux cycloacétals, s'isomériserait en la seconde, acyclique, sous l'influence du chlorure d'aluminium. Cette isomérisation serait analogue à celle qui se produit dans le cas des chlorures d'*o*-phtalyle, mais inverse. Rien ne permet d'ailleurs, jusqu'ici, de penser qu'il s'agit de formes tautomères, susceptibles de donner lieu à un équilibre.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la β-pyridyl-α-pyrrolidine* (*Nornicotine*). Note de MM. **Max** et **Michel Polonovski**, présentée par M. Charles Moureu.

Nous avons établi précédemment [1] que les anhydrides d'acides organiques transformaient facilement les N-oxydes des bases tertiaires méthylées en N-acyles des bases secondaires correspondantes. Nous avons appliqué cette réaction générale à l'aminoxyde de nicotine et avons ainsi réalisé la préparation de la nornicotine, qui n'était pas encore connue jusqu'à présent.

L'oxyde de nicotine fut préparé selon les indications de Pinner et Wollfenstein [2]. L'acétylation de cet oxyde s'accompagne d'une réaction violente qui peut aller jusqu'à la goudronnisation totale de l'alcaloïde : aussi est-il indispensable de conduire cette opération très lentement et à une température voisine de 0°. Après addition d'une

(1) *Comptes rendus,* **184**, 1927, p. 331.

(2) *D. Ch. G.*, **24**, 1891, p. 61.

partie d'anhydride acétique, le produit entre peu à peu en solution; on termine par une nouvelle addition d'une demi-partie de $(CH^3CO)^2O$, et l'on abandonne le tout à froid pendant 12 heures. La solution prend une coloration foncée; on achève la réaction au bain-marie. On chasse ensuite l'excès de $(CH^3CO)^2O$ par ébullition en présence d'alcool absolu et l'on concentre à consistance sirupeuse. Le résidu est traité par un excès de CO^3K^2 et extrait à plusieurs reprises par C^6H^6 bouillant. La solution benzénique, débarrassée des petites quantités de produits basiques entraînés, ainsi que des traces d'oxyde non transformé, par agitation avec quelques gouttes d'eau acidulée, est séchée sur CO^3K^2 et distillée.

L'*acétylnornicotine* reste sous forme d'huile épaisse, peu colorée, d'odeur fraîche, sans tendance à la cristallisation. Soluble dans l'eau, l'alcool, le benzène et le chloroforme, moins soluble dans l'éther, ce dérivé acétylé est doué de pouvoir rotatoire : $\alpha_D = -13°,6$ ($C = 4,32$ pour 100 en solution benzénique). Il donne avec les acides des sels acides, non cristallisables, décomposables par l'eau. Le picrate et le chloraurate sont tous deux huileux.

Dans les mêmes conditions, l'anhydride benzoïque donne avec l'oxyde de nicotine une *benzoylnornicotine* également sirupeuse, très peu soluble dans l'eau.

Les deux produits acylés donnent par saponification la même base secondaire : la nornicotine ou β-pyridyl-α-pyrrolidine

CH²——CH² CH²——CH²
—CH CH² → —CH CH²
N—COR NH
N N

Cette saponification peut être réalisée soit par SO^4H^2 au $\frac{1}{5}$, ce qui permet de déterminer en même temps la quantité d'acide acétique libéré, soit mieux par la potasse alcoolique concentrée. Après distillation de l'alcool, on épuise le résidu à l'éther chaud, qui s'empare de la nornicotine et du dérivé acétylé non attaqué. On les sépare en neutralisant exactement au tournesol la base secondaire par un acide chlorhydrique normal; après évaporation de la solution aqueuse à siccité, on épuise le résidu avec C^6H^6 bouillant qui ne dissout que l'acétylnornicotine, et l'on décompose enfin le chlorhydrate de nornicotine par un alcali.

La nornicotine, bien que très soluble dans l'eau, précipite de ses solutions alcalines concentrées, et est facilement extraite à l'éther. Le résidu de la

solution éthérée est purifié par distillation dans le vide (la norticotine passe entre 150° et 155° sous 30mm). Pour l'obtenir tout à fait pure, on l'engage dans son chloraurate, que l'on purifie à son tour par précipitation fractionnée.

La *nornicotine* $C^9H^{12}N^2$ est une base huileuse, incolore, difficilement entraînable par la vapeur d'eau, d'odeur vireuse, rappelant la nicotine, très oxydable à l'air. $a_D = -20°$ (C = 3, 87 pour 100 dans l'alcool méthylique).

Traitée par le nitrite de soude en milieu acétique, cette base secondaire donne un dérivé nitrosé, huileux, qu'on isole facilement par extraction à l'éther. Avec l'isocyanate de phényle elle donne une urée, également huileuse.

La nornicotine donne des sels neutres et acides, pour la plupart incristallisables.

Le picrate $C^9H^{12}N^2, 2C^6H^3(OH)(NO^2)^3$ précipite de ses solutions alcooliques en poudre amorphe jaune, très peu soluble dans l'alcool, mais se ramollissant dès qu'on le chauffe dans ce solvant. Séché dans le vide il fond à 135°. Le mono et le bichlorhydrate sont amorphes, peu solubles dans l'acétone, et très altérables par la chaleur.

Le chloraurate $C^9H^{12}N^2, 2(HCl.AuCl^3)$ obtenu par précipitation fractionnée de sa solution chlorhydrique est d'une couleur jaune clair. Séché à l'air il fond vers 135°, mais recristallisé il se présente en houppettes jaunes, fondant en se décomposant à 210°-212° (trouvé Au = 48 pour 100; calculé Au = 47,7 pour 100).

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'isomérisation de quelques oxydes d'éthylène de formule générale* $C^6H^5-(CH^2)^n-CH-CH^2$ (pont O). Note [1] de Mlle **Jeanne Lévy** et M. **Sfiras**, présentée par M. Béhal.

Parmi les homologues de l'oxyde de styrolène dérivant des carbures éthyléniques de formule générale $C^6H^5(CH^2)^nCH = CH^2$, seuls les oxydes d'allylbenzène [2] et de phénylbutylène ont été jusqu'ici décrits, mais sans que leur isomérisation ait été examinée. Il nous a paru intéressant d'entre-

[1] Séance du 23 mai 1927.

[2] Tiffeneau et Fourneau, *Comptes rendus*, **140**, 1905, p. 1595.

prendre une étude systématique de l'isomérisation de quelques-uns de ces homologues, notamment pour $n = 1$ à 4, et de chercher à déterminer, d'après le sens de la rupture de l'oxygène pontal, quelles sont, par rapport à l'atome d'hydrogène, les capacités affinitaires des divers radicaux substituants $C^6H^5(CH^2)^n$. On admet, en effet, que dans les oxydes d'éthylène, la rupture de l'une des liaisons de l'oxygène pontal a toujours lieu du côté du carbone possédant les substitutions dont les capacités affinitaires sont les plus élevées.

Les carbures homologues $C^6H^5(CH^2)^nCH = CH^2$ ont été obtenus par condensation avec le bromure d'allyle des dérivés magnésiens des bromures de phényle, de benzyle, de phényléthyle et de phénylpropyle. Les oxydes d'éthylène correspondants ont été préparés par action de l'acide perbenzoïque [1] sur ces carbures.

Ces oxydes présentent une grande stabilité et leur isomérisation n'a été possible qu'en employant un catalyseur, soit par chauffage dans un ballon en présence de traces de Cl^2Zn anhydre, soit en faisant passer les vapeurs de l'oxyde sur de l'alumine chauffée à 260°.

Dans les quatre cas étudiés, nous avons constaté que le produit d'isomérisation est de nature cétonique et répond à la formule générale

$$R - CH^2 - CO - CH^3.$$

La rupture de l'oxyde a donc lieu entre l'oxygène et l'atome de carbone le moins substitué; elle suivie d'une migration de l'atome d'hydrogène, suivant le schéma

$$R - \dot{C}H - \underset{\diagdown O \diagup}{CH - CH^2} \rightarrow R - CH^2 - \underset{\underset{|}{\overset{|}{O}}}{CH} - \overset{}{\underset{|}{CH^2}} \rightarrow R - CH^2 - CO - CH^3.$$

On peut donc en conclure que les capacités affinitaires des radicaux benzyle, phényléthyle, phénylpropyle et phénylbutyle sont inférieures à celle de l'atome d'hydrogène.

Cette conclusion, déjà connue pour le benzyle, ne concorde pas pour le phényléthyle avec la théorie de la polarité alternée induite. On devrait en effet avoir, pour un radical tel que le phényléthyle $C^6\bar{H}^5 - \overset{+}{C}H^2 - \bar{C}H^2$, une capacité affinitaire (ou une électronégativité) au moins égale à celle du

(1) Jeanne Lévy et R. Lagrave, *Bull. Soc. ch.*, 4e série, 37, 1925, p. 1597.

radical méthyle; or, dans le cas de l'oxyde de propylène, la rupture a précisément lieu dans les deux sens ([1]).

Oxyde d'allylbenzène. — Cet oxyde déjà décrit ([2]) bout vers 98-100° sous 17^{mm}. Son produit d'isomérisation obtenu avec un rendement de 40 pour 100 fournit une semicarbazone fusible à 183°-184° et identique à celle de la phénylacétone ([3]).

Oxyde de phényl-1-butylène-4 ([4]). — Cet oxyde bout à 106°-109° sous 14^{mm}. Il s'isomérise en donnant avec un rendement de 38 à 40 pour 100 la phényl-1-butanone-2, bouillant à 144-148° sous 25^{mm} ([5]), dont la semicarbazone fond à 141° et l'oxime à 88°.

Oxyde de phényl-1-pentène-4 ([6]). — Cet oxyde bout à 122° sous 16^{mm}. Il s'isomère avec un rendement de 35-38 pour 100 en un produit qu'on a pu identifier avec le phényl-1-pentanone-3 ([7]) bouillant à 132-135° sous 17^{mm}. Cette cétone a été préparée synthétiquement par condensation du bromure de phényléthyle et de l'éther acétylacétique, saponification de l'éther ainsi formé et décomposition de l'acide correspondant; sa semicarbazone comme celle du produit d'isomérisation fond à 127-128° et son oxime à 52°.

Oxyde de phényl-1-hexène-5. — Cet oxyde bout à 136-139° sous 15^{mm} ($d = 1,013$). Il s'isomérise en un produit qui bout à 150-153° sous 17^{mm} et que nous avons identifié à la phényl-1-hexanone-4 ([8]), préparée elle-même par la méthode donnée ci-dessus pour son homologue inférieur; sa semicarbazone fond à 136-137°.

Conclusions. — Dans la série des oxydes d'éthylène dérivés des carbures $C^6H^5(CH^2)^n - CH = CH^2$ la rupture de l'oxygène oxydique a toujours lieu du côté du carbone le moins substitué. Il s'ensuit que la capacité affinitaire des radicaux benzyle, phényléthyle, phénylpropyle et phénylbutyle est inférieure à celle de l'atome d'hydrogène.

([1]) Ipatieff et Leontowitch, *Ber.*, 36, 1903, p. 2012. — Krassouski, *J. Soc. Ch. russe*, 34, 1902, p. 537.

([2]) Fourneau et Tiffeneau, *loc. cit.*

([3]) Tiffeneau, *Comptes rendus*, 142, 1904, p. 1534. — Wallach, *Ann. Lieb.*, 332, 1904, p. 317.

([4]) J. Braun et Munch, *Ber.*, 69, 1926, p. 1941.

([5]) Harries et Eschenbach, *Ber.*, 29, 1896, p. 383.

([6]) J. Braun et Munch, *loc. cit.*

([7]) Diels et Poetsch, *Ber.*, 54, 1921, p. 1584.

([8]) Borsche, *Ber.*, 44, 1911, p. 2594.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les N-alcoylimines de la benzophénone.* Note de M. **Marcel Sommelet**, présentée par M. Béhal.

J'ai indiqué, dans une Note précédente ([1]), que la méthylimine de la benzophénone $(C^6H^5)^2C=N.CH^3$ se combine à l'iodure de méthyle et que l'iodométhylate, ainsi formé, après réaction sur l'iodure de méthylmagnésium et décomposition par l'eau du produit obtenu, donne naissance au diméthylamino-1-diphényl-1.1-éthame;

$$(C^6H^5)^2C=N\begin{cases}CH^3\\CH^3\\I\end{cases} \xrightarrow{+CH^3MgI} (C^6H^5)^2C(CH^3)-N\begin{cases}CH^3\\CH^3\end{cases}.$$

Cette amine est caractérisée par le fait qu'elle n'a plus d'hydrogène substituable ni à l'atome de carbone, ni à l'atome d'azote de la liaison C — N, d'où il résulte, pour cette dernière, une grande facilité de rupture vis-à-vis de réactifs comme l'anhydride acétique ou même l'odure de méthyle.

Dans le but d'étudier d'autres cas analogues, j'ai préparé un certain nombre d'alcoylimines de la benzophénone. Ces composés sont jusqu'ici peu connus. Il n'est fait qu'une brève mention de la méthylimine, obtenue par Reddeliey ([2]) en faisant réagir la méthylamine gazeuse sur l'amile de la benzophénone et de la benzylimine préparée par Hautzsch et von Hornbostel ([3]) par l'action, à chaud, de la benzylamine sur le chlorure de benzophénone.

C'est à ce chlorure que je me suis adressé pour la préparation de la *méthyl-*, de l'*éthyl-*, de l'*allyl-*, de la *cyclohexyl-* et de la *benzylimine*, en utilisant la réaction

$$(C^6H^5)^2CCl^2+R.NH^2 = (C^6H^5)^2C=N-R+2HCl.$$

La méthylamine sèche, en milieu benzénique réagit assez lentement même à 100° et conduit à l'imine cherchée, mais celle-ci est accompagnée de produits goudronneux. La base se transforme beaucoup plus facilement si l'on utilise sa solution aqueuse à concentration voisine de 40 pour 100^{cm^3} et en grand excès; la réaction s'effectue alors par simple mise en contact à froid avec le chlorure de benzophénone et agitation subséquente. Il y a grand dégagement de chaleur; après quelques heures,

---

([1]) *Comptes rendus*, 183, 1926, p. 302.

([2]) G. Reddeliey, *D. ch. G.*, 54, 1921, p. 3121.

([3]) Hautzsch et von Hornbostel *D. ch. G.*, 30, 1897, p. 3007.

on peut isoler l'imine qu'accompagnent la benzophénone provenant de l'hydrolyse partielle du chlorure et, éventuellement, ce chlorure lui-même. Un tel mélange ne peut être résolu par distillation fractionnée.

Ayant remarqué que la basicité de l'imine lui permet de se dissoudre dans l'acide chlorhydrique dilué et que la solution obtenue peut se conserver quelque temps sans hydrolyse appréciable à une température comprise entre — 10° et — 5°, j'ai pu extraire la méthylimine, du mélange où elle se trouvait, par simple épuisement chlorhydrique et la régénérer du liquide d'extraction par neutralisation, toutes ces opérations étant effectuées à la température indiquée; une rectification l'amène ensuite à l'état de pureté.

Les autres imines mentionnées ont été préparées en milieu de pyridine sèche. Une quantité importante de l'amine primaire mise en réaction ne servant qu'à fixer l'acide chlorhydrique libéré, on pouvait envisager qu'en présence de pyridine, la transformation s'effectuerait en conformité avec l'équation

$$(C^6H^5)^2CCl^2 + R.NH^2 + 2C^5H^5N = (C^6H^5)^2C = N - R + 2C^5H^5N, HCl.$$

Mais, en réalité, quand on laisse en contact, à froid, le chlorure de benzophénone et l'éthylamine, suivant les proportions ci-dessus, en présence de pyridine, il n'y a que 30 pour 100 environ de l'éthylamine qui passe à l'état d'imine, le reste passant à l'état de chlorhydrate et la pyridine n'intervenant que pour une faible part. Il restait donc nécessaire d'employer, par molécule de $(C^6H^5)^2CCl^2$, trois molécules d'amine primaire; ces proportions furent respectées et la pyridine semblant favoriser la réaction, c'est en présence de cette dernière base que les essais ont été effectués. Après un contact suffisamment prolongé à froid, on peut isoler l'imine cherchée que l'on purifie par extraction chlorhydrique.

J'ai pu obtenir avec des rendements satisfaisants :

Méthylimine....	$(C^6H^5)^2C = N - CH^3$	$Eb_{20} = 168°,5$	$F = 47$-$49°$
Éthylimine......	$(C^6H^5)^2C = N - C^2H^5$	$Eb_{21,5} = 174°,5$	$F = 61$-$62°$
Allylimine......	$(C^6H^5)^2C = N - C^3H^5$	$Eb_{22} = 187°$	$D_4^{22} = 1,0475$
Cyclohexylimine.	$(C^6H^5)^2C = N - C^6H^{11}$	$Eb_{17} = 209$-$210°$	$D_4^{21} = 1,0268$
Benzylimine....	$(C^6H^5)^2C = N - C^7H^7$		$D_4^{2} = 1,0358$

Ces imines, sauf la troisième non encore étudiée à ce point de vue, conduisent à des iodométhylates définis et stables; ceux-ci sont hydrolysés quantitativement quand on fait bouillir leur solution dans l'alcool à 90° :

$$(C^6H^5)^2C = N(R)(CH^3)I + H^2O = (C^6H^5)^2CO + R - NH - CH^3, HI.$$

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur le refroidissement de l'air au coucher du Soleil.* Note de M. **Louis Besson**, présentée par M. Bigourdan.

La baisse de température à la fin de la journée est un élément important à considérer en climatologie. Dans les régions où elle est habituellement forte, elle peut avoir une influence nuisible sur la santé des personnes qui s'exposent sans précautions à ses effets.

Il m'a paru utile d'en rechercher la loi. Je me suis servi des observations recueillies à l'Observatoire de Montsouris. J'ai fait relever sur les diagrammes thermométriques la baisse de température en 3 heures, à partir du coucher du Soleil dans tous les cas où le ciel avait été clair au cours des vingt dernières années. Le nombre de ces cas est de 797.

Un examen préliminaire a montré que la grandeur de la baisse dépendait surtout de la température initiale et de la quantité de vapeur d'eau contenue dans l'air (ou, ce qui revient pratiquement au même, de la tension de la vapeur). La pression atmosphérique et la force du vent ont une influence très petite. Constatation assez inattendue : la visibilité, c'est-à-dire le degré de transparence de l'atmosphère dans le plan horizontal, n'a aussi qu'une importance négligeable.

Les observations ont été réparties en groupes, d'après les valeurs de la température et de la tension de vapeur, par intervalles de 5° pour le premier élément et de $2^{mm},5$ pour le second. Ces groupes sont au nombre de 23. Pour celui qui correspond aux valeurs les plus faibles des deux variables, température $-2^{\circ},5$ et tension $1^{mm},2$, la valeur moyenne de la baisse est de $1^{\circ},4$. Elle est de $3^{\circ},8$ pour les valeurs les plus fortes de ces variables, température $27^{\circ},5$ et tension $13^{mm},7$.

Le tableau ainsi obtenu montre que la baisse de température augmente avec la température initiale et diminue lorsque la tension s'accroît. Pour représenter ces résultats par une formule simple, il a paru logique d'admettre que la baisse est proportionnelle à la différence entre la température initiale et une certaine température supposée constante, et qu'elle est inversement proportionnelle à la résistance opposée par l'atmosphère au passage de la chaleur, résistance exprimée par la somme de deux termes, l'un constant, relatif à l'air sec, et l'autre proportionnel à la tension de la vapeur. D'où trois paramètres à déterminer.

Cette détermination a été faite par la méthode des moindres carrés. Les 23 groupes ont fourni autant d'équations auxquelles ont été attribués

des poids proportionnels aux nombres d'observations. Je suis parvenu ainsi à la formule

$$B = \frac{t + 10^\circ,3}{6,13 + 0,3 f},$$

où B désigne la baisse de température en 3 heures à partir du coucher du Soleil par ciel clair, t la température et f la tension de la vapeur d'eau.

Les écarts entre les valeurs observées et les valeurs calculées au moyen de cette formule n'ont aucun caractère systématique. Elle paraît donc fournir une réponse satisfaisante à la question posée, dans les limites des observations ayant servi à l'établir. Elle donne la mesure de l'influence de l'humidité, qui n'est pas petite, une tension de 10^{mm} environ réduisant de 50 pour 100 la baisse que l'on constaterait si l'air était sec.

On voit aussi que le refroidissement de l'air est en moyenne le même que celui d'un corps enfermé dans une enceinte dont la température serait de $-10^\circ,3$. C'est la température moyenne dans l'atmosphère à 4000^m de hauteur.

Le refroidissement considéré paraît susceptible de fournir des indications sur la température de l'air à une altitude voisine de 4000^m. Pour contrôler la valeur de ces indications, j'ai noté l'écart entre la baisse indiquée par la formule et la baisse réellement observée dans chacun des 797 cas. Toutes choses égales d'ailleurs, une baisse plus forte que ne le fait prévoir la formule implique une température plus basse en haut et inversement. J'ai constaté que la variation annuelle de cet écart et sa relation avec la direction du vent étaient en assez bon accord avec ce que nous ont appris les sondages.

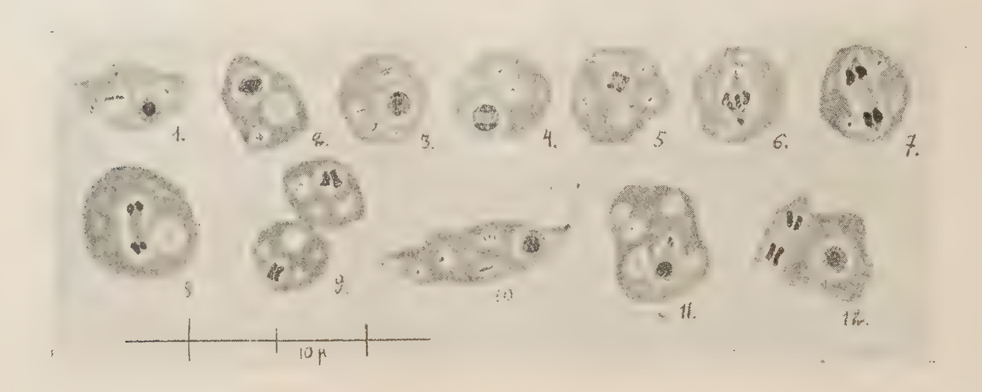
BOTANIQUE. — *Sur le cycle évolutif chez une espèce de Myxomycète Endosporé*, Didymium difforme (*Duby*). *Étude cytologique*. Note de M. **F.-X. Skupienski**, présentée par M. J. Costantin.

Dans ma Note du 11 janvier 1926 concernant le cycle évolutif de *Didymium difforme* (Duby), je souligne particulièrement l'unisexualité des spores de cette espèce. Il faut deux sortes de spores pour obtenir les deux catégories de myxamibes-gamètes et la fructification.

Peu de temps après la germination, le corps protoplasmique devient une zoospore; mais très souvent il subit sa première division caryocinétique dans la spore même, et au moment de la germination de l'enveloppe sporale sortent deux myxamibes au lieu d'un seul.

Pour étudier cytologiquement tous les stades du développement de l'espèce en question, je monte plusieurs séries de microcultures sur les verres porte-objets. Celles-ci sont progressivement fixées par les mélange de Benda, de Flemming, de Bouin ou de Zenker, toutes les 6 heures à partir de l'ensemencement des spores jusqu'aux stades avancés de plasmodes et colorées ensuite par l'hématoxyline ferrique ou la fuchsine acide — bleu de toluidine — *aurantia*. Je mets ainsi en évidence les principaux stades de la division caryocinétique des noyaux.

A la prophase, la chromatine prend tout d'abord l'aspect floconneux irrégulier et forme ensuite un gros cordon régulier occupant la partie médiane de la substance achromatique (*fig.* 2 et 3).



Ce cordon se divise ensuite en deux tronçons égaux dont chacun occupera l'un des pôles de ladite substance achromatique. Il faut considérer ces deux fragments chromatiques comme deux chromosones (*fig.* 4). A ce moment-là la membrane du caryosome se résorbe et la substance achromatique prend ensuite la forme rectangulaire; celle-ci étant jusqu'à présent homogène, montre maintenant de très fines striations, venant des deux coins du rectangle. Dans chacun des quatre coins de ce dernier se placent les quatre chromosones qui proviennent de la division de deux chromosones du stade précédent (*fig.* 5). Nous sommes à la fin de la prophase.

Au stade de la métaphase le fuseau achromatique, formé de très fins filaments parfaitement distincts, occupe juste le milieu de la cellule. Les chromosomes gros et courts occupent la région équatoriale du fuseau et sont tous complètement séparés les uns des autres (*fig.* 6). Ce stade dure relativement longtemps et c'est pour cette raison que nous le rencontrons plus souvent que les autres stades de la division caryocinétique.

Ensuite le fuseau achromatique s'étire, ses filaments se rangent parallèlement les uns à côté des autres et les chromosomes se dirigent par paire vers les pôles de ce dernier (*fig.* 7). Nous sommes en pleine anaphase. Les pôles du fuseau (malgré l'étirement de ce dernier) gardent pendant un certain temps leur forme conique, mais à mesure que les chromosomes avancent, les terminaisons coniques disparaissent (*fig.* 8).

Ensuite le corps de la cellule se rétrécit au niveau de l'ancienne plaque équatoriale, les filaments du fuseau disparaissent et chaque paire de chromosomes se porte à la périphérie même de chaque future cellule-fille. Les chromosomes à ce stade changent

d'aspect; ils deviennent plus longs et ont les bouts émoussés. Le sort du fuseau et la façon dont il se résorbe nous échappent complètement pour le moment (*fig.* 9).

J'ai pu souvent constater *dans un des deux sommets* du fuseau achromatique la présence d'un petit corpuscule qui prend la coloration de la chromatine. Ce corpuscule n'apparaît pas régulièrement dans toutes les divisions caryocinétiques de la même microculture, et j'ai pu me rendre compte qu'il est toujours présent à la division des zoospores et fait défaut à celle des myxamibes. Quand une zoospore s'apprête à se diviser elle perd son cil et tout l'appareil nucléaire y *compris le corpuscule basal* se retire au centre du corps cellulaire. Entre celui-ci et la chromatine on distingue très nettement de très fins filaments, rappelant les filaments du fuseau achromatique (*fig.* 10 et 11).

L'irrégularité avec laquelle ce corpuscule — toujours un seul — apparaît, m'autorise à admettre qu'il n'a rien de commun avec le centrosome proprement dit.

Chez l'espèce en question le plasmode peut être constitué non seulement par la fusion de deux myxamibes (+) et (—), mais par un plus grand nombre de ceux-ci. Donc le nouvel élément — appelé communément zygote — peut être bi, tri, quadri ou même plurinucléé. Il est entendu qu'une zygote binucléée peut aboutir à une plasmode capable de fructifier aussi bien que les zygotes plurinucléées.

Les noyaux de ces éléments nouvellement formés ne se fusionnent pas immédiatement après la fusion des myxamibes, ils restent libres et se divisent après un certain temps de repos par le procédé caryocinétique. Que ces noyaux ne soient pas des noyaux diploïdes, mais haploïdes, le nombre de chromosomes pendant leur division nous l'indique très bien : il est de deux (*fig.* 12).

Aux plasmodes bien différenciés peuvent se joindre d'autres myxamibes-gamètes, rencontrés sur leurs parcours; par conséquent, l'accroissement d'un plasmode peut s'opérer de deux façons : par sa croissance personnelle et par l'adjonction et la fusion d'autres myxamibes-gamètes. Plusieurs plasmodes peuvent se fusionner et former ainsi un grand plasmode.

A part cela, les myxamibes attardés dans leur développement et étant en état d'enkystement, deviennent la proie des plasmodes. Il arrive au bout de quelques jours, un moment capital de l'évolution d'un plasmode : les noyaux haploïdes, qui subissaient jusqu'à présent les divisions successives, entrent en copulation.

On peut facilement voir sur les préparations fixées et colorées tous les stades de cette copulation, depuis le rapprochement des noyaux jusqu'à leur complète fusion. Bon nombre de noyaux restent libres : ce sont des noyaux qui ne trouvent pas de partenaires pour la copulation et qui vont par la suite dégénérer.

CHIMIE ALIMENTAIRE. — *Sur la composition de la graine de fenu-grec et les inconvénients de son mélange aux blés destinés à la mouture.* Note de M. E. **Fleurent**, présentée par M. A.-Th. Schlœsing.

Dans une précédente Communication [1], j'ai attiré l'attention de l'Académie sur la composition de la graine de fenu-grec et basé sur la présence, dans cette graine, d'une matière grasse d'odeur repoussante et d'une résine amère, les raisons qui depuis longtemps ont fait rejeter du marché de Paris les blés dans lesquels sa présence est signalée.

J'ai précisé à nouveau ces faits en examinant divers échantillons de la graine en question et je puis maintenant établir comme suit sa composition moyenne centésimale :

Eau			9,56
Matières solubles.	Azotées	1,61	12,71
	Hydrocarbonées	9,82	
	Minérales	1,28	
Matières insolubles.	Grasses	8,80	77,73
	Résineuses	17,42	
	Azotées	21,93	
	Ligneuses	28,14	
	Minérales	1,44	

L'huile extraite des graines de fenu-grec a une densité de 0,974 à 15°.

La matière résineuse est soluble dans l'alcool, insoluble dans l'essence de térébenthine. Son point de fusion oscille entre 75 et 80° et sa teneur en acides libres correspond à un chiffre de 5,6 exprimé en acide sulfurique. Elle donne un vernis dont la dureté est comprise entre celles des vernis à la colophane et à la gomme laque.

Lorsque la graine est débarrassée avec soin de sa matière grasse et de sa résine, elle donne avec l'eau une solution qui, par centrifugation, aban-

(1) *Comptes rendus*, **182**, 1926, p. 944.

donne, sur le fond des tubes, un précipité de nature ligneuse. La solution claire résultante se trouble très légèrement par l'acide acétique, mais précipite par l'alcool la presque totalité de la matière azotée qu'elle contient. Celle-ci, soluble dans l'eau contenant du chlorure de sodium, précipitée au contraire par l'addition d'une quantité suffisante de sulfate d'ammoniaque, paraît donc être de la nature des globulines.

La graine de fenu-grec renferme de 0,850 à 0,971 de P^2O^5, dont aucune partie n'a pu être isolée sous la forme organique de phytine.

L'étude détaillée qui précède m'a permis non seulement de vérifier les conclusions posées dans ma première Note, mais encore de les compléter de la manière suivante.

Outre son amertume spéciale, la résine extraite de la graine de fenugrec répand à l'air une odeur âcre très pénétrante,

D'autre part, la solution aqueuse et l'extrait qui en résulte sont doués eux-mêmes d'une amertume aussi prononcée que celle de la résine elle-même.

Chacun des principes constitutifs de la graine en question apporte ainsi, en mélange à la farine de blé, son coefficient d'odeur et de saveur désagréables. On conçoit donc qu'en raison de cette superposition de propriétés nuisibles, tout blé dans lequel sa présence est signalée doit être, selon la règle du marché de Paris, impitoyablement exclu des tractations commerciales.

PHYSIOLOGIE. — *Du mode d'action des fortes pressions sur les tissus.* Note [1] de M. **Maurice Fontaine**, présentée par M. C. Matignon.

Nous avons montré [2] que des trains postérieurs de grenouille, comprimés dans une solution isotonique, et remis ensuite à la pression atmosphérique dans cette même solution, s'imbibaient d'une façon très notable.

De plus, l'excitabilité (l'excitant étant le courant induit produit par un chariot de Du Bois Reymond) a totalement disparu, qu'on s'adresse aux cordons de la moelle, au nerf moteur ou directement au muscle.

L'influence perturbatrice d'une forte pression se traduit donc par deux phénomènes :

---

(1) Séance du 23 mai 1927.

(2) Maurice Fontaine, *De l'influence des fortes pressions sur l'imbibition des tissus* (*Comptes rendus*, **184**, 1927, p. 1198).

1° Augmentation de poids très notable dans une solution isotonique;

2° Perte de l'excitabilité.

Quel est le mode d'action de ces fortes pressions?

Regnard avait proposé l'explication suivante : « Le protoplasma de l'épithélium, la matière même des fibres musculaires et la myéline des nerfs sont plus compressibles que l'eau, d'une part, et que leur enveloppe, d'autre part, et alors, l'eau les refoule et prend leur place, puis, à la décompression, l'eau, n'ayant pas la possibilité de fuir, gonfle les tissus en les dilacérant » ([1]).

L'expérience suivante est destinée à vérifier ou infirmer cette hypothèse.

Deux trains postérieurs de grenouille, préparés à la Galvani, sont mis chacun dans un sac de caoutchouc soigneusement fermé à sa partie supérieure. Les deux sacs sont immergés dans l'eau pendant 10 minutes, l'un à la pression atmosphérique, l'autre à la pression de 550^{kg} par centimètre carré. Au bout de ce temps, on retire les trains postérieurs de leur sac de caoutchouc où l'on constate que l'eau n'a pas pénétré.

Le train postérieur qui n'a pas été comprimé est toujours très normalement excitable. Celui qui a été comprimé ne l'est plus du tout.

Nous mettons alors ces deux trains postérieurs dans une solution équilibrée sensiblement isotonique (liquide de Bœr) et suivons, par les variations de poids, l'imbibition. Les chiffres de ce tableau indiquent les variations de poids en pour cent rapportées au poids initial.

Trains postérieurs	Temps: à sec. 10′.	Temps: dans le liquide de Bœr. 2^{h}30^{m}.	Temps: dans le liquide de Bœr. 4^{h}.	Au bout de ce temps excitabilité.
Sous pression de 550^{kg} pendant 10 minutes..	−0,48	+9,3	+12,4	toujours nulle
A la pression atmosphérique..............	−0,64	+1,2	+1,2	toujours très normale

Dans les conditions de notre expérience, l'imbibition des tissus est postérieure à la pression.

C'est donc la pression elle-même qui annihile l'excitabilité et qui confère aux tissus cette énorme capacité d'imbibition.

([1]) Paul Regnard, *Recherches expérimentales sur les conditions physiques de la vie dans les eaux*, Paris, Masson, 1891, p. 164.

En résumé, l'imbibition des tissus, loin d'être le mécanisme par lequel la pression lèse la cellule, n'est que la conséquence de modifications apportées par la pression elle seule dans les tissus.

PHYSIOLOGIE. — *L'évolution de l'avitaminose B dans ses rapports avec la constitution des glucides du régime.* Note de Mme **L. Randoin** et M. **R. Lecoq**, présentée par M. A. Desgrez.

En 1923 et 1924, Mme L. Randoin et H. Simonnet, au moyen de régimes artificiels privés uniquement de vitamine B, ont prouvé : 1° que les crises de polynévrite et la mort des animaux avitaminés sont d'autant plus précoces que la proportion des glucides digérés, puis absorbés, est plus grande; 2° que, plus la ration renferme de glucides digestibles, plus elle doit contenir de vitamine B pour être satisfaisante; 3° qu'en fournissant l'énergie exclusivement sous forme de lipides et de protides, on peut entretenir, pendant un temps relativement long, un animal privé de vitamine B. Ils ont émis l'hypothèse que, en l'absence de facteur B, les glucides ne peuvent plus être entièrement utilisés par les cellules de l'économie, et que leur désintégration incomplète donne naissance à des produits intermédiaires dont l'accumulation déclenche, à un moment donné, les accidents nerveux.

En 1926, nous avons pu fournir une preuve expérimentale de l'existence de deux vitamines B : l'une étant un facteur d'utilisation nutritive, l'autre étant plus spécialement antinévritique.

C'est sur l'évolution de l'avitaminose B globale que nous avons fait, d'une manière comparative, l'étude de l'influence des onze glucides suivants : *glucose*, *lévulose*, *galactose*; — *maltose*, *saccharose*, *lactose*; — *glycogène*, *amidon*, *fécule*, *dextrine*, *inuline*.

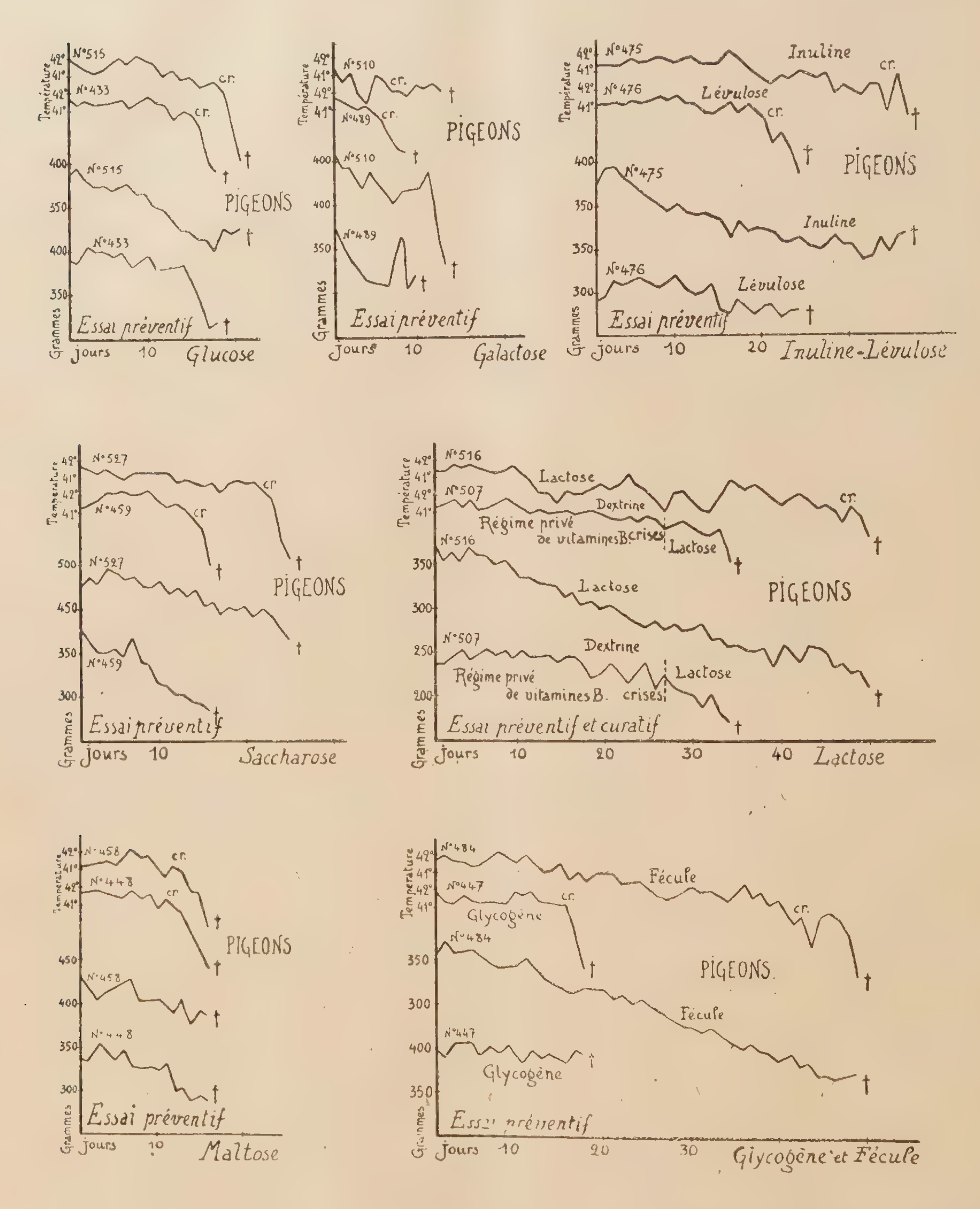
Technique. — Nous avons constitué, pour 11 lots de Pigeons adultes, 11 régimes (sans vitamines B) *ne différant entre eux que par la nature du glucide*, ayant tous, par conséquent, la même composition centésimale : fibrine, 8; caséine, 6; ovalbumine, 5; graisse de beurre, 4; *glucide* pur (ou purifié), 66; mélange salin (« artificial protein free milk » d'Osborne et Mendel), 4; agar-agar, 8; papier-filtre, 2.

Chaque ration a été administrée crue, *par gavage*, à la dose quotidienne de 20^g; le poids et la température des Pigeons ont été déterminés chaque jour.

Résultats. — Les durées des survies ont été les suivantes :

Hexoses.		Hexobioses.		Polyoses complexes.	
Glucose	15–20 j.	Maltose	15–20 j.	Glycogène	15–20 j.
Lévulose	22–28 j.	Saccharose	16–25 j.	Amidon (de riz)	25–30 j.
Galactose	9–13 j.	Lactose	35–50 j.	Fécule (de p. de terre)	40–60 j.
				Dextrine	17–27 j.
				Inuline	35–40 j.

Les divers glucides étudiés ne sont pas tous équivalents. Alors que l'ingestion d'un régime à base de *fécule*, de *lactose*, d'*inuline* correspond à



une certaine lenteur dans l'évolution de la polynévrite; au contraire, avec le *galactose*, le *glucose*, le *maltose* et le *glycogène*, les accidents nerveux et la mort surviennent beaucoup plus rapidement. Entre ces extrêmes se placent :

le *saccharose*, la *dextrine*, l'*amidon de riz*, le *lévulose*. Ce dernier, comparé aux autres hexoses, a une influence retardatrice marquée.

Quant au *galactose*, — qui n'existe pas à l'état d'hexose libre dans les aliments, et qui est absorbé, comme le glucose, très rapidement —, il se différencie physiologiquement des autres sucres : 1° parce qu'il est éliminé extrêmement vite par les urines ; 2° parce que l'addition des vitamines B au régime n'empêche nullement les crises nerveuses et la mort ; 3° parce que l'effet nocif spécial du galactose ne se retrouve plus (chez le Pigeon) dans le cas du lactose pur, dont l'hydrolyse donne pourtant : glucose + galactose ; 4° parce que l'emploi d'un mélange, à parties égales, de glucose et de galactose permet encore aux Pigeons une survie de 25 à 30 jours (12e *lot*).

Conclusions. — D'après les données expérimentales de Cori (1925-1926) sur les taux d'absorption digestive et de mise en réserve des divers hexoses, d'après celles de Reinhold et Karr (1927) sur la valeur de l'hyperglycémie alimentaire produite par différents glucides, d'après nos propres recherches enfin, nous pouvons conclure ainsi : plus l'absorption intestinale d'un glucide donné est tardive ou faible [fécule, lactose (?)] ou plus son aptitude à se transformer en glycogène est grande (lévulose), moins l'avitaminose B évolue rapidement ; inversement, plus l'absorption est rapide (galactose, glucose), plus l'aptitude à former du glycogène est faible (galactose) ou plus la tendance à produire de l'hyperglycémie est forte (galactose, maltose), plus rapidement se produit la mort en l'absence totale de vitamines B.

ÉLECTROPHYSIOLOGIE. — *Chronaxie normale du nerf vestibulaire de l'homme.* Note de M. **Georges Bourguignon** et Mlle **Renée Déjean**, présentée par M. d'Arsonval.

Pour rechercher la chronaxie du nerf vestibulaire, nous employons le montage que l'un de nous a donné pour la mesure de la chronaxie de l'homme avec les décharges de condensateurs [1]. Nous utilisons, par ailleurs, le dispositif classique de recherche du vertige voltaïque, mais nous en modifions la technique en ce sens que nous substituons à l'établissement progressif du courant une fermeture brusque : ce procédé est le seul qui

---

[1] G. Bourguignon, *La chronaxie chez l'homme* (*Thèse* de la Faculté des Sciences de Paris, 1 vol., Masson, 1923, p. 79).

permette de déterminer avec précision le seuil de l'inclinaison de la tête vers l'épaule, et de prendre véritablement une rhéobase.

Après avoir ainsi mesuré la rhéobase avec une fermeture brusque de courant continu, on double le voltage rhéobasique et l'on cherche la capacité qui donne le seuil de l'inclinaison de la tête avec ce voltage. Au seuil, dans ces conditions, nous n'avons pas observé jusqu'à présent la rotation qui s'ajoute souvent à l'inclinaison avec des courants plus forts.

Nos expériences ont porté sur 6 sujets, dont 4 hommes et 2 femmes.

Le sujet est assis, les bras pendants. Les électrodes sont maintenues en place par des liens de caoutchouc ou par le ressort de l'électrode double biauriculaire.

Nous avons employé tantôt la méthode bipolaire biauriculaire, tantôt la méthode monopolaire monoauriculaire. Nous n'avons pas fait de recherches avec la méthode monopolaire biauriculaire, c'est-à-dire avec une électrode différenciée bifurquée, soumettant simultanément les deux vestibules à l'action du même pôle.

Les électrodes auriculaires ont été tantôt placées devant le tragus, comme dans la disposition classique, tantôt dans le conduit auditif externe.

Dans la méthode monopolaire, l'électrode indifférente a été placée tantôt sur la poitrine, tantôt à la nuque au niveau de l'espace occipito-vertébral.

Les résultats sont identiques avec toutes ces dispositions des électrodes et la chronaxie est la même, quelle que soit la technique employée. Seule, la rhéobase varie avec le dispositif expérimental.

Quant à la chronaxie, elle est la même dans toutes les dispositions expérimentales.

La chronaxie du nerf vestibulaire est beaucoup plus grande que toutes les chronaxies actuellement connues chez l'homme. Elle varie en effet, suivant les sujets, entre 14^{σ} et 22^{σ}, alors que les chronaxies motrices et sensitives générales sont toutes comprises entre $0^{\sigma},1$ et $0^{\sigma},7$ et que les chronaxies du nerf optique sont comprises entre $1^{\sigma},2$ et $2^{\sigma},8$, d'après nos propres recherches.

La précision des seuils du nerf vestibulaire est telle que, avec un écart entre les valeurs maxima et minima trouvées sur différents sujets du même ordre de grandeur que sur les nerfs moteurs et les muscles, on voit nettement des différences individuelles. ce que l'un de nous n'a pu mettre en évidence sur les muscles et leurs nerfs [1]. Par contre, il ne semble pas y avoir de différence entre les sexes.

---

[1] G. Bourguignon, *La chronaxie chez l'homme*, 1 vol., Masson, 1923, p. 140.

Voici les valeurs minima et maxima sur différents sujets dans différentes dispositions expérimentales :

	Valeur minima.	Valeur maxima.
1er sujet (homme)............	$13^{\sigma},5$	14^{σ}
2e sujet (homme)............	$14^{\sigma},4$	16^{σ}
3e sujet (femme)............	$16^{\sigma},4$	$17^{\sigma},6$
4e sujet (homme)............	18^{σ}	$20^{\sigma},4$
5e sujet (femme)............	20^{σ}	22^{σ}
6e sujet (homme)............	$20^{\sigma},8$	22^{σ}

La chronaxie du nerf vestibulaire, à l'état normal, atteint donc des valeurs qui se rapprochent de celles que L. Lapicque et ses élèves ont trouvées sur le sympathique en physiologie animale. Bien que les chronaxies du système sympathique de l'homme n'aient encore pu être déterminées, il est permis de penser qu'elles doivent être grandes.

Il nous semble donc qu'on peut trouver la signification de la très grande chronaxie du nerf vestibulaire dans ses fonctions mêmes. Les excitations du vestibule sont en effet le point de départ de réflexes organo-végétatifs; le nerf vestibulaire est donc intimement lié, au point de vue fonctionnel, au système sympathique; la grandeur de sa chronaxie affirme ces relations.

Cette nouvelle technique d'exploration du nerf vestibulaire permettra d'étudier, avec plus de précision que ne le permet le vertige voltaïque classique, la pathologie de ce nerf.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Phosphore nucléique, bilans et rapports phosphorés au cours de la croissance.* Note de MM. **Javillier** et **H. Allaire** et Mlle **S. Rousseau**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

Nous avons souligné l'intérêt que présentent la détermination du phosphore nucléique des tissus ([1]), celle de certains rapports où ce phosphore intervient et, d'une façon générale, celle des bilans phosphorés ([2]).

Nous avons cherché à savoir ce qui se passe tout au début de la croissance d'un jeune être. Nos premières observations ont porté, non sur des organes isolés, mais sur des souris blanches prélevées dès leur naissance, puis à 7, 14, 21, 30 et 40 jours. Nos analyses, dont le détail trouvera place ailleurs, ont mis en évidence des faits dont voici le résumé :

([1]) *Comptes rendus,* 183, 1926, p. 162.

([2]) *Comptes rendus,* 183, 1926, p. 619.

1° *A la naissance, l'animal est plus riche en phosphore nucléique qu'en phosphore lipidique* ($0^g,044$ du premier, $0^g,039$ du second pour 100^g d'animal, soit, respectivement, $0^g,214$ et $0^g,187$ pour 100^g de matière sèche).

2° *La teneur du jeune être en phosphore nucléique* (c'est-à-dire la quantité, pour 100^g de matière vivante, de phosphore des nucléoprotéides) *baisse, et très notablement de la naissance jusque vers la fin de la période de lactation* (de $0^g,044$ à $0^g,031$ pour 100^g d'animal; de $0^g,214$ à $0^g,117$ pour 100^g de matière sèche). Rapidement tombée au-dessous de la teneur en phosphore lipidique, elle se relève après le 21e jour et s'établit à un niveau qui, dans les limites de l'observation, demeure cependant très inférieur à celui du phosphore lipidique.

3° *La teneur du jeune être en phosphore lipidique augmente très vite pendant la première semaine, puis régulièrement pendant la période de lactation, et même au delà*, jusqu'au quarantième jour (de $0^g,039$ à $0^g,076$ pour 100^g d'animal; de $0^g,187$ à $0^g,269$ pour 100^g de matière sèche). Ce rapide accroissement du phosphore lipidique au début de la croissance a déjà été signalé par A. Mayer et G. Schaeffer [1] dont, sur ce point, nous ne faisons que confirmer les observations.

Ainsi tout à fait inverses se trouvent les courbes qui traduisent les concentrations, chez le jeune être vivant, du phosphore appartenant aux deux groupes de principes immédiats phosphorés les plus évolués : composés nucléiques des noyaux cellulaires, phosphatides des cytoplasmes. Les jeunes cellules paraissent encore plus pressées d'organiser leurs réserves en phospholipides, de réaliser les conditions physico-chimiques qui président aux échanges, que d'augmenter leur masse nucléaire.

4° La proportion du phosphore de transition (phosphore minéral soluble et phosphore organique des produits intermédiaires de synthèse ou de dégradation) augmente vivement après la naissance et subit ensuite des oscillations de faible amplitude.

Il est presque inutile de parler du phosphore immobilisé (phosphore insoluble dans les solvants des lipides et phosphore insoluble dans l'eau chlorurée) dont la proportion subit des variations qui sont surtout en rapport avec les développements relatifs du squelette et des organes mous.

5° *Le rapport* $\frac{\text{P } \textit{nucléique}}{\text{P } \textit{lipidique}}$ *connaît*, en raison des faits mentionnés en 2° et 3°, *d'amples variations;* de 1,14 au début, il *tombe* à 0,46.

---

[1] *Comptes rendus*, **159**, 1914, p. 102.

6° *Le rapport* $\frac{\text{P } nucl\acute{e}ique}{\text{P } total}$ *baisse* de 0,14 à 0,07; le rapport $\frac{\text{P } lipidique}{\text{P } total}$ *grandit* au contraire de 0,12 à 0,19.

7° *Le rapport* $\frac{\text{P } nucl\acute{e}ique}{\text{P } actif\ (^1)}$ *tombe* en trois semaines de 0,40 à 0,20, tandis que *le rapport* $\frac{\text{P } lipidique}{\text{P } actif}$ *s'accroît* de 0,35 à 0,47.

Ces observations ne s'appliquent, en toute rigueur, qu'à l'organisme étudié. Il est permis de penser qu'elles ont une valeur plus générale.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Contribution à la Chimie du tissu cancéreux.* Note de M. et Mme **Enselme**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

Nous nous sommes proposé d'étudier les modifications apportées à la composition chimique du tissu cancéreux à la suite du traitement thérapeutique par l'irradiation (rayons ultra-pénétrants) [2].

Notre attention a été portée tout spécialement sur le dosage du phosphore nucléique qui nous paraissait devoir mesurer approximativement le degré de prolifération cellulaire dans le tissu néoplasique.

Une série de déterminations (30 dosages) portant sur des tumeurs du sein, du corps thyroïde et de l'utérus nous a démontré que la teneur en phosphore nucléique oscillait entre 28^{mg} et 35^{mg} pour 100^{g} de tissu frais.

Alors que le tissu normal des mêmes organes nous donnait :

Glande mammaire	18^{mg}
Utérus	13
Corps thyroïde	21

Dans un cas particulier, tandis que l'examen macroscopique d'une tumeur du sein après l'exérèse inclinait à penser qu'il s'agissait d'une tumeur

(1) Sous le nom de phosphore actif, nous entendons la somme P nucléique + P lipidique + P de transition.

(2) Les techniques utilisées sont les suivantes :

La séparation du phosphore nucléique a été réalisée par la méthode récente de M. Javillier.

Pour la séparation du phosphore lipidique, nous avons suivi la méthode de M. Lemeland.

Le dosage du phosphore dans l'un et l'autre cas a été réalisé par la méthode de M. Posternack.

maligne, le dosage du phosphore nucléique nous a donné le chiffre de 20^{mg} pour 100^{g} de tissu frais, très inférieur au taux du phosphore nucléique dans le tissu cancéreux. Or l'examen histologique est venu démontrer qu'il s'agissait d'un adéno-fibrome avec prédominance de tissu conjonctif et pas de signes cytologiques d'évolution maligne.

On peut donc considérer comme démontré l'accroissement du phosphore nucléique dans le tissu néoplasique. Cette augmentation peut être évaluée à 50 pour 100; le phosphore nucléique passant du taux de 20^{mg} pour 100^{g} de tissus frais à celui de 30^{mg}.

L'irradiation provoque dans la constitution chimique du tissu cancéreux une modification profonde. Le phosphore nucléique s'abaisse, il est descendu aux taux de 12^{mg} dans un cas de néoplasme du sein irradié : (12 H par centimètre carré avec appareil à tension constante de 200 kilovolts, 3 milliampères et avec $\frac{5}{10}$ de cuivre et 2^{mm} d'aluminium).

Il était intéressant de rechercher ce que devient le phosphore nucléique du tissu irradié, nous avons dosé parallèlement le phosphore lipidique et nous avons trouvé :

Phosphore lipidique du cancer du sein non irradié : 25 à 32^{mg} pour 100^{g} de tissu frais.

Phosphore lipidique du cancer du sein irradié : 52^{mg} pour 100^{g} de tissu frais.

Par ailleurs, le dosage des graisses dans le tissu irradié nous a montré un accroissement important.

Il résulte de ces constatations que : 1° dans le tissu cancéreux il y a accroissement notable du phosphore nucléique par rapport à la teneur du phosphore dans l'organe sain; 2° l'irradiation fait disparaître cet excès de phosphore et le cancer irradié n'a plus qu'une teneur de phosphore nucléique normale; 3° le phosphore lipidique augmente, au contraire, dans la tumeur irradiée en même temps que la proportion des graisses; on assiste donc, sous l'influence de l'irradiation, à une régression des composés nucléiques avec une tendance du tissu cancéreux à se transformer en graisse; 4° enfin, et c'est là un point qui paraît particulièrement intéressant, cette évolution du tissu néoplasique ne se produit que lorsque l'irradiation a déterminé des effets thérapeutiques efficaces.

MICROBIOLOGIE. — *Bactéries pathogènes, ferments mixtes du lait.* Note de M. **Constantin Gorini**, présentée par M. Roux.

Les bactéries dont j'ai étudié l'action sur le lait en ajoutant à ce milieu des substances stimulantes, se comportent comme des ferments mixtes acidoprotéolytiques et se distinguent des ferments acidifiants simples. Ces ferments mixtes présentent un intérêt particulier au point de vue médical. En effet, le lait est pour ces microbes parasites une nourriture favorable puisqu'il leur offre un aliment complet et, au même titre que le sang, des protéines naturelles complexes qui ne se trouvent pas dans les milieux artificiels à base de peptone et de gélatine. J'ai rencontré des bactéries pathogènes telles que le *B. pyogenes bovis*, qui pendant quelque temps après l'isolement de l'organisme, se développent très difficilement dans les milieux ordinaires, mais qui croissent bien dans ces mêmes milieux additionnés de lait ou de sang. Pour qu'il en soit ainsi, il faut ne pas altérer les protéines du lait par une stérilisation à température trop élevée. On peut se convaincre que le pouvoir de cailler le lait, au moyen d'une présure agissant en milieu faiblement acide, est assez répandu chez les bactéries pathogènes qui ne sont pas douées d'un pouvoir acidifiant aussi énergique que les bactéries saprophytes similaires. Je l'ai démontré pour les streptocoques dans une Note précédente [1]. Je viens de faire une constatation analogue au sujet de l'entérocoque dont l'action sur le lait est aussi très discutée. Dans un premier examen, je l'avais classé parmi les ferments mixtes, ayant étendu le contrôle à un plus grand nombre de souches provenant de différents cas et de divers laboratoires, j'en ai rencontré plusieurs fonctionnant comme ferments simples. Ce qui s'explique par le fait que certains auteurs réservent le nom d'entérocoque à une espèce particulière de coccus intestinal pathogène, tandis que d'autres identifient cette bactérie à des bactéries saprophytes connues sous le vocable de *Streptococcus fæcalis*. En effet, suivant que les souches provenaient d'individus sains ou d'individus malades, elles se comportaient soit comme des ferments simples, soit comme des ferments mixtes. Cela concorde avec ce que j'ai démontré pour une autre bactérie de l'intestin, le *B. coli*, selon qu'il provient des fourrages et des grains ou bien des excréments. J'ai isolé de selles diarrhéiques des vaches des souches de *B. coli* qui sont fortement protéolytiques. Même sur

---

[1] *Comptes rendus*, **182**, 1926, p. 946; **183**, 1926, p. 250.

la gélatine, rappelant le *B. Bookeri*, variété de *B. coli* trouvée par Ford dans une infection intestinale.

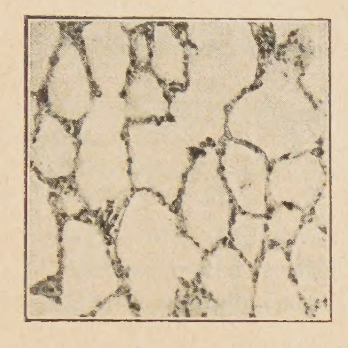
Une autre bactérie que, malgré les discordances des auteurs, j'ai trouvé douée de propriétés acidoprotéolytiques est le *B. pyogenes bovis* qui est pathogène pour diverses espèces animales (bovidés, équidés, porcins, lapins, etc.) et qui à cause de son pléomorphisme est nommé aussi *Streptoccus bovis* et *Staphylococcus bovis* ou encore *Corynbacterium pyogenes*. Je dois pourtant reconnaître que certaines souches ne révèlent leur activité sur le lait qu'après 15 jours et plus. A ce propos je dois regretter qu'on ait trop souvent l'habitude de ne garder les cultures à l'étuve que pendant 3 à 5 jours; si on les y laissait plus longtemps et surtout si l'on mettait les cultures à des températures différentes, on constaterait qu'il y a des types intermédiaires qui, selon la température, fonctionnent tantôt comme ferments simples, tantôt comme ferments mixtes.

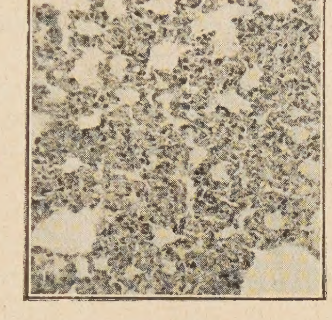
Mes nouvelles recherches confirment les précédentes sur l'existence d'espèces bactériennes hétérogènes dans leur action sur le lait; en outre elles donnent l'impression que chez certaines espèces hétérogènes faiblement acidifiantes et protéolytiques, cette propriété de ferment mixte est un caractère de parasitisme ou de parasitisme facultatif, tandis que les bactéries fortement acidifiantes ou ferments simples sont des saprophytes. En d'autres termes, chez certaines bactéries, la vie parasitaire fait prévaloir les cellules capables d'être acidoprotéolytiques et la vie saprophytique fait prévaloir les cellules capables de propriétés acidifiantes énergiques.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *L'élément mécanique* décompression *et l'élément biochimique* hypo-oxygénation *dans la genèse des lésions sanguines et pulmonaires chez les animaux en atmosphères raréfiées*. Note de M. **Raoul Bayeux**, présentée par M. A. Desgrez.

Les grandes raréfactions atmosphériques, comme je l'ai montré, déterminent, au bout de quelques heures chez les animaux qui s'y trouvent soumis, des modifications structurales du poumon (œdème pariétal de l'alvéole et compression des capillaires), et des lésions hématiques (hématolyse érythrocytique). De plus, injecté dans les veines d'un animal normal, le sérum sanguin d'un animal de même espèce, sortant d'une haute décompression, y provoque une hématolyse similaire, ainsi que des lésions pulmonaires de

même nature, comme le montrent les microphotographies reproduites ci-après.


Poumon normal.


K. 9500 mètres.


M. injecté avec sérum de K.

Mais l'action pathogène de la raréfaction atmosphérique comprend deux éléments : 1° la décompression, *élément mécanique*; 2° l'hypo-oxygénation, *élément biochimique*. Leur étude en observatoire de haute montagne n'en permet pas une quotation séparée. J'y ai réussi, l'été dernier, à Chamonix, en laissant séjourner une trentaine d'heures des lapins dans des atmosphères variées : 1° dans un air renouvelé, en pression ambiante, suffisant pour assurer la respiration sans trouble, tout en étant réduit au minimum nécessaire; 2° dans un air décomprimé, pur; 3° en air décomprimé, rendu chimiquement normal par addition d'oxygène; 4° en air libre, mais appauvri en oxygène par addition d'azote; 5° en air décomprimé, pur, mais l'animal ayant reçu de l'oxygène sous la peau. J'ai fourni aux animaux mis sous cloche un volume d'air circulant identique en quantité pour toutes les expériences et, précaution indispensable, j'ai assuré l'évacuation des gaz résiduels et des vapeurs excrémentitielles en faisant plonger le tube d'aspiration jusqu'au fond de la cloche, l'air renouvelé entrant, au contraire, par le haut. Les résultats notés sur chaque animal ont été : 1° l'état général, pendant et après l'expérience; 2° l'amplitude de l'abaissement thermique; 3° les modifications hématiques; 4° les lésions pulmonaires histologiques.

Voici le schéma des expériences essentielles entre plusieurs :

Expériences sur la décompression et l'asphyxie pure (Chamonix, 1926).

Lapin D. — 7500^{m} (sans oxygène). T. 39°,4-37°,8 (baisse : 1°,6). Hématies : 6632000. Lésées : 14 pour 100. Alvéolite légère : noyaux disséminés. Sorti de cloche anhélant, mais se remet rapidement.

Lapin A. — 9000^m (sans oxygène). T. 39°,3-35°,8 (baisse : 3°,5). Hématies : 5648000. Lésées : 28,7 pour 100. Ilots alvéolaires nombreux et massifs. Sort de cloche chancelant. *Respiration lente*. Très touché.

Lapin B. — 9000^m (*Oxygène ajouté*). T. 39°,4-38°,6 (baisse : 0°,8). Hématies : 6925000. Lésées : 9,7 pour 100. Alvéolite légère, comme chez A. Sorti de cloche dispos. Mange dès sa sortie.

Lapin H. — Atmosphère non décomprimée, chimiquement identique à celle de 9500^m, par addition d'azote. T. 39°,1-37°,8 (baisse : 1°,3). Hématies : 6770000. Lésées : 6,94 pour 100. Alvéolite moyenne, disséminée. Anhélant, mais vigoureux. Mange sous la cloche, chose exceptionnelle.

Lapin S. — Décomprimé à 8500^m, après avoir reçu 250$^{cm^3}$ d'oxygène *sous la peau* (poids du lapin : 1^{kg},200). T. 38°,6-37°,5 (baisse : 1°,1). Hématies : 4860000. Lésées : 5,3 pour 100. Alvéolite moyenne. Larges îlots clairs. Sorti assez anhélant, mais très vigoureux. Se remet vite.

Ces résultats montrent que les troubles dus au séjour dans l'air raréfié sont causés aussi bien par l'action mécanique *seule* que par l'hypo-oxygénation *seule*. Leurs effets s'ajoutent. Il convient de noter que l'injection sous-cutanée d'oxygène (Lapin S) supprime presque totalement les troubles. Nous le constatons depuis longtemps à l'Observatoire du mont Blanc. Il faut prévoir que le jour où l'on pratiquera régulièrement, par la voie des airs, les grands voyages transocéaniques sans escale possible, tels que la traversée de l'Atlantique, la nécessité s'imposera de prémunir les passagers contre des accidents possibles de respiration. Il faudra alors recourir aux injections d'oxygène, car les inhalations, utiles aux ascensions hautes et courtes, seraient dangereuses dans les longs voyages. M. Charles Richet, et MM. Achard, Binet et Leblanc ont récemment montré que l'oxygène, ajouté, même en petite quantité à l'air respirable, peut amener la mort en quelques heures, par inhalation ([1]). Mais, en injections sous-cutanées, on n'a jamais constaté rien de semblable. Quant au volume d'oxygène qu'il serait nécessaire d'injecter, il ne dépasserait pas les possibilités d'application. Je m'en suis rendu compte sur moi-même en me faisant décomprimer en caisson, en 1918 à Saint-Cyr.

([1]) *Comptes rendus*, 184, 1927, p. 771.

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Toxine diphtérique et adrénaline des surrénales.* Note (¹) de MM. **G. Mouriquand**, **A. Leulier** et **P. Sédallian**, présentée par M. Charles Richet.

La toxine diphtérique a une influence considérable sur les capsules surrénales, et Chalier, Brochier, Chaix et Grandmaison (²) viennent d'attirer de nouveau l'attention sur l'insuffisance surrénale au cours de l'angine diphtérique maligne.

En 1905, Franz Luksch (³) démontra expérimentalement que l'injection de toxine diphtérique faisait diminuer considérablement le taux d'adrénaline dans les surrénales du lapin et du chien. En comparant l'action physiologique des extraits surrénaliens de ces animaux avec celle des extraits provenant d'animaux sains, toutes choses égales d'ailleurs, il enregistra une chute très notable du pouvoir hypertenseur avec les préparations fournies par les organes des animaux intoxiqués. André Marie (⁴), James Ritchie et Ninian Bruce (⁵), Porak (⁶), Shoze Mikami (⁷) confirmèrent les résultats de Luksch. Mais, Luksch ayant employé une méthode physiologique, nous avons voulu d'une part reprendre cette étude avec la technique chimique de Bailly (⁸), qui nous a permis de démontrer l'existence de l'adrénaline virtuelle dans les capsules surrénales du cobaye normal, et d'autre part de suivre, si possible, le processus de l'intoxication diphtérique. Luksch, en effet, a utilisé plusieurs animaux morts depuis plus ou moins longtemps et les phénomènes organiques ont pu intervenir pour une part inconnue dans les résultats observés par cet auteur. C'est pourquoi nos dosages ont été effectués sur des capsules de cobayes sacrifiés à des temps variables après l'injection d'une dose mortelle de toxine diphtérique.

Nous avons eu l'intention également de nous rendre compte des destinées de l'adrénaline partiellement combinée et de voir si la toxine diphtérique la faisait diminuer dans le même sens que l'adrénaline libre.

(¹) Séance du 9 mai 1927.

(²) *Journal de Médecine de Lyon*, 8, CLXV, 1927, p. 1.

(³) *Wiener Klinische Wochenschrift*, 18, XIV, 1904, p. 345, et *Virchows Archiv*, 223, 1917, p. 290.

(⁴) *Annales de l'Institut Pasteur*, 27, 1913, p. 294.

(⁵) *Quarterly Journal of Physiology*, 4, 1917, p. 127.

(⁶) *Journal de Physiologie et de Pathologie générales*, 17, 1919, p. 95.

(⁷) *Tohoku Journal of experimental Medicine*, 6, 1925, p. 299.

(⁸) *Comptes rendus*, 183, 1926, p. 1353.

Nos expériences ont porté sur une soixantaine d'animaux, groupés par séries de six ou de trois.

Voici les chiffres trouvés sur les capsules fraîches et sur des lots identiques de capsules conservées 24 heures dans le vide sulfurique.

			Adrénaline.	
			Pour 100 de glandes fraîches.	Pour 100 de glandes desséchées pendant 24 heures.
1.	Cobayes sacrifiés	8 heures après l'injection.	traces non dosables	0,11
2.	»	9 heures »	0,07	0,13
3.	»	9 heures »	0,12	0,13
4.	»	9 heures »	0,16	0,15
5.	»	9 heures »	0,13	0,18
6.	»	9 heures »	0,13	0,25
7.	»	9 heures »	0,26	0,27
8.	»	9 heures »	0,039	0,19
9.	»	10 heures »	traces non dosables	0,08
10.	»	12 heures »	0,085	0,13
11.	»	15 heures »	0,05	0,10
12.	»	16 heures »	0,10	0,11
13.	»	16 heures »	0,08	0,09
14.	»	18 heures »	0,06	0,10

Conclusions. — La toxine diphtérique fait diminuer considérablement la teneur en adrénaline de la médulle-surrénale du cobaye : mais, chez les animaux sacrifiés de 9 à 10 heures après l'injection, cette diminution n'est nette que dans 50 pour 100 des cas observés. Elle paraît devenir une règle générale si l'on sacrifie les animaux peu de temps avant leur mort probable, soit de 15 à 20 heures après l'injection.

La toxine diphtérique laisse subsister une certaine proportion d'adrénaline « virtuelle » et la quantité de celle-ci devient très faible lorsque le taux de de l'adrénaline libre dans les capsules fraîches est très élevé. On en rencontre très peu également dans les organes des animaux profondément atteints [1].

A 16h30m l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 18h.

E. P.

---

(1) Chez le cobaye normal la teneur en adrénaline est en moyenne de 0,24 pour 1000 de glandes fraîches (chiffres extrêmes 0,15 et 0,31).